Ilmu Pengetahuan Alam

SMP/MTs

KELAS

VII

SEMESTER 2

Disklaimer: *Buku ini merupakan buku siswa yang dipersiapkan Pemerintah dalam rangka implementasi Kurikulum 2013. Buku siswa ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dan dipergunakan dalam tahap awal penerapan Kurikulum 2013. Buku ini merupakan "dokumen hidup" yang senantiasa diperbaiki, diperbaharui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan yang dialamatkan kepada penulis dan laman http://buku.kemdikbud.go.id atau melalui email buku@kemdikbud.go.id diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.*

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Indonesia. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
Ilmu Pengetahuan Alam/ Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.-- .
Edisi Revisi Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017.
vi, 186 hlm. : ilus. ; 25 cm.

Untuk SMP/MTs Kelas VII Semester 2
ISBN 978-602-427-000-1 (jilid Lengkap)
ISBN 978-602-427-002-5 (jilid 1b)

1. Sains — Studi dan Pengajaran I. Judul
II. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

507

Penulis : Wahono Widodo, Fida Rachmadiarti, dan Siti Nurul Hidayati.

Penelaah : Herawati Susilo, Maria Paristiowati, I Made Padri, Dadan Rosana, Ahmad Mudzakir, dan Ana Ratna Wulan. Penyelia

Penerbitan : Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemendikbud.

Cetakan Ke-1, 2013
ISBN 978-602-1530-63-4 (jilid 1/1a)
Cetakan Ke-2, 2014 (Edisi Revisi)
ISBN 978-602-282-316-2 (jilid 1b)
Cetakan Ke-3, 2016 (Edisi Revisi)
ISBN 978-602-427-002-5 (jilid 1b)
Cetakan Ke-4, 2017 (Edisi Revisi)
Disusun dengan huruf Myriad Pro, 11 pt.

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi pengetahuan, keterampilan dan sikap secara utuh. Proses pencapaiannya melalui pembelajaran sejumlah mata pelajaran yang dirangkai sebagai suatu kesatuan yang saling mendukung pencapaian kompetensi tersebut. Bila pada jenjang SD/MI, semua mata pelajaran digabung menjadi satu dan disajikan dalam bentuk tema-tema, maka pada jenjang SMP/MTs pembelajaran sudah mulai dipisah-pisah menjadi mata pelajaran. Sebagai transisi menuju ke pendidikan menengah, pemisahan ini masih belum dilakukan sepenuhnya bagi siswa SMP/MTs. Materi-materi dari bidang-bidang ilmu Fisika, Kimia, Biologi, dan Ilmu Bumi dan Antariksa masih perlu disajikan sebagai suatu kesatuan dalam mata pelajaran IPA (Ilmu Pengetahuan Alam). Hal ini dimaksudkan untuk memberikan wawasan yang utuh bagi siswa SMP/MTs tentang prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam semesta beserta segenap isinya.

Buku IPA Kelas VII SMP/MTs ini disusun dengan pemikiran di atas. Bidang ilmu Biologi dipakai sebagai landasan *(platform)* pembahasan bidang ilmu yang lain. Makhluk hidup digunakan sebagai objek untuk menjelaskan prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam seperti objek alam dan interaksinya, energi dan keseimbangannya, dan lain-lain. Melalui pembahasan menggunakan bermacam bidang ilmu dalam rumpun ilmu pengetahuan alam, pemahaman utuh tentang alam yang dihuninya beserta benda-benda alam yang dijumpai di sekitarnya dapat dikuasai oleh peserta didik SMP/MTs.

Sesuai dengan konsep Kurikulum 2013, buku ini disusun mengacu pada pembelajaran IPA secara terpadu dan utuh, sehingga setiap pengetahuan yang diajarkan, pembelajarannya harus dilanjutkan sampai membuat siswa terampil dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasainya, dan bersikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan yang dipergunakan dalam Kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk membimbing dan memfasilitasi siswa untuk belajar IPA,

termasuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap siswa dengan ketersediaan kegiatan pada buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

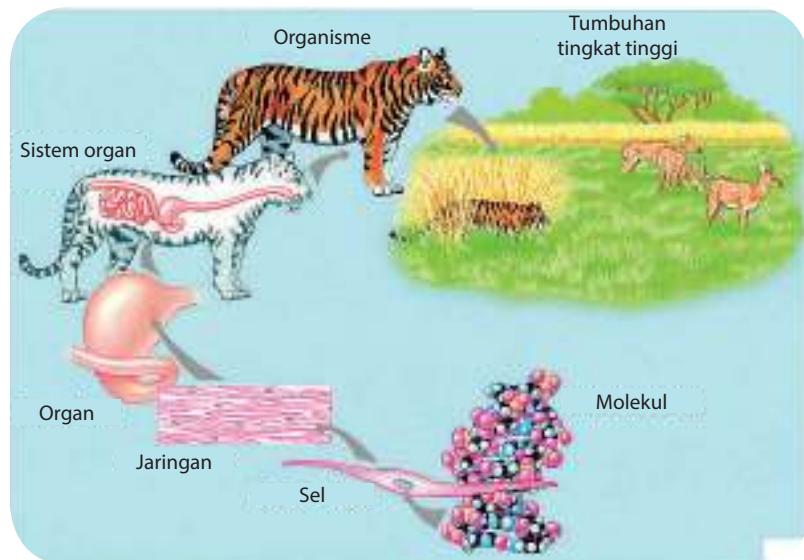
Buku ini merupakan edisi revisi. Revisi terutama dilakukan untuk menyesuaikan isi buku dengan Kompetensi Dasar kelas VII mata pelajaran IPA SMP/MTs serta dalam semangat penyempurnaan Kurikulum 2013. Tim penulis dibantu tim *reviewer* telah berupaya sebaik-baiknya dalam menyusun buku ini. Namun demikian, buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan di masa mendatang. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2016

Penulis

Daftar Isi

Bab 1

Sistem Organisasi Kehidupan Makhluk Hidup

Sumber:

Istilah-istilah Penting

Hierarki Biologi, Sel, Jaringan, Organ, Sistem Organ, Organisme

Apakah di kelasmu ada struktur organisasi kelas? Apakah kamu terlibat dalam organisasi tersebut? Ternyata jika diperhatikan, kamu merupakan bagian dari kelas. Kelas kamu juga merupakan bagian dari kelas VII. Kelas VII merupakan bagian dari SMP/MTs. Jika ditelusuri lebih jauh, ternyata sekolah kamu adalah bagian dari sekolah-sekolah yang ada di kecamatan dan seterusnya. Artinya, kamu sebagai peserta didik merupakan unit terkecil dari organisasi sekolah di kecamatan.

Setelah memahami bacaan di atas, coba perhatikan tubuhmu. Apakah tubuhmu memiliki unit-unit penyusun? Untuk memahami hal tersebut, pada bab ini kamu akan mempelajari unit-unit penyusun tubuhmu. Kamu akan mempelajari mulai dari unit terkecil sampai membentuk tubuhmu dan alam di sekitarmu. Langkah awal untuk mempelajari hal ini, coba lakukan kegiatan berikut.

Ayo Kita Lakukan

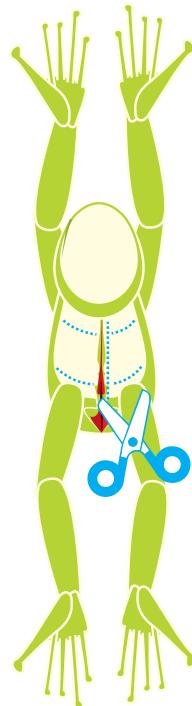
Kegiatan 1.1

Mengamati Bagian Tubuh Katak

Apa yang diperlukan dalam pengamatan ini?

1. Katak (*Rana* sp), kloroform, dan alkohol 70% atau formalin 4%.
2. Baki bedah untuk tempat membedah katak.
3. Pisau bedah dan gunting untuk membedah katak.
4. Jarum pentul untuk menusuk tangan dan kaki katak.
5. Pinset atau penjepit untuk membantu pembedahan, yakni menjepit organ-organ bagian dalam katak.

Bagaimana cara melakukan pengamatan ini?

Perhatikan bagaimana gurumu melakukan pembedahan katak

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar: 1.1
Pola pembedahan katak

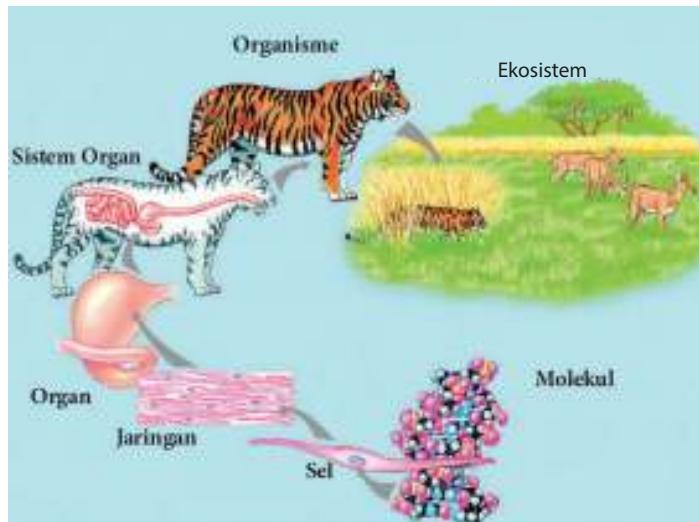
1. Mula-mula katak dimasukkan ke dalam stoples, kemudian kapas yang dibasahi dengan klorofom dimasukkan juga ke dalam stoples. Tutuplah stoples tersebut, tunggu hingga katak pingsan.

   Peringatan: *Klorofom adalah zat kimia yang digunakan untuk membius, sehingga kamu harus bekerja hati-hati bila menggunakan zat ini. Gunakan masker untuk menutup hidungmu saat melakukan pengamatan.*

2. Letakkan katak pada baki bedah, kemudian rentangkan tangan dan kakinya. Setelah itu, tusuklah dengan jarum pentul agar posisi katak tidak berubah dan lebih mudah untuk dibedah (lihat Gambar 1.1).
3. Sayatlah bagian perut katak dengan gunting dan pisau bedah (lihat Gambar 1.1).

   Peringatan: *Hati-hati dalam menggunakan pisau bedah dan gunting karena tajam, sehingga berbahaya jika kurang*

4. Lakukan pengamatan pada bagian dalam katak tersebut. Organ apa saja yang terdapat di dalam tubuh katak tersebut?
5. Tuliskan hasil pengamatanmu. Perlu diingat bahwa hanya hasil pengamatan bukan perkiraan terhadap hasil pengamatan.

Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan, kamu dapat mengamati struktur bagian dalam katak, seperti paru-paru, jantung, usus, dan lain-lain. Ternyata, jika ditelusuri bagian-bagian tersebut tersusun atas unit-unit terkecil lagi. Dengan demikian, urutan-urutan unit-unit ini akan membentuk suatu tingkatan atau hierarki struktur. Hierarki struktur ini dinamakan hierarki biologi yang membentuk suatu organisasi kehidupan. Gambar 1.2 menunjukkan struktur hierarki organisasi kehidupan yang dimulai dari atom-atom penyusun molekul yang berukuran mikro hingga ekosistem yang berukuran makro dan sangat kompleks. Hierarki seperti ini dinamakan *biosfer.*

Sumber: http://op.wikispaces.com
Gambar 1.2. Organisasi kehidupan

A. Sel sebagai Unit Struktural dan Fungsional Kehidupan

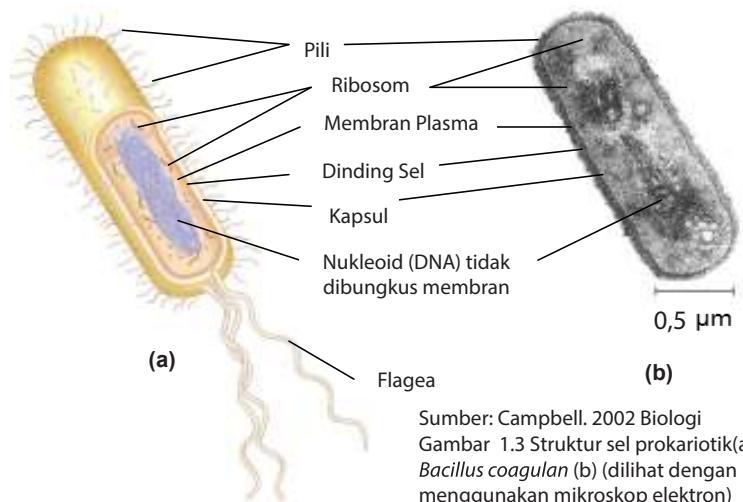
Ayo Kita Pelajari
- Struktur dan fungsi sel

Mengapa Penting?
- Untuk mendeskripsikan struktur dan fungsi sel

Pada hierarki organisasi kehidupan, sel berada di tingkatan struktural terendah yang masih mampu menjalankan semua fungsi kehidupan. Sel mampu melakukan regulasi terhadap dirinya sendiri, memproses energi, tumbuh dan berkembang, tanggap terhadap lingkungan, serta melakukan reproduksi untuk melestarikan jenisnya.

Setiap organisme tersusun atas salah satu dari dua jenis sel yang secara struktural berbeda. Kedua jenis sel tersebut adalah sel prokariotik dan sel eukariotik. Pada sistem lima kingdom, hanya monera (bakteri dan ganggang biru) yang memiliki sel prokariotik. Protista, jamur, tumbuhan, dan hewan semuanya terdiri atas sel eukariotik.

Sel prokariotik berasal dari bahasa Yunani, yaitu *Prokaryote*, *pro* berarti "sebelum" dan *karyote* berarti nukleus. Sel prokariotik memiliki nukleus/inti sel, tetapi inti sel tersebut tidak diselubungi membran inti. Sel eukariotik (bahasa Yunani, *eu* berarti "sejati/ sebenarnya") merupakan sel yang memiliki inti sel dan inti sel tersebut dibungkus oleh membran inti.

Sel prokariotik terdapat pada bakteri, termasuk sianobakteri. Sel Prokariota strukturnya lebih sederhana daripada struktur sel eukariota, karena tidak mempunyai organel yang terbungkus membran. Batas sel ialah membran plasma. Di luar membran plasma terdapat dinding sel yang cukup kaku dan seringkali berupa kapsul luar yang biasanya mirip jeli. Sebagian bakteri memiliki flagela (organel pergerakan), pili (struktur pelekatan), atau keduanya yang menonjol dari permukaan selnya.

Sumber: Campbell. 2002 Biologi
Gambar 1.3 Struktur sel prokariotik(a), *Bacillus coagulan* (b) (dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron)

Sel-sel tersebut akan menyusun tubuh makhluk hidup melalui pengorganisasian yang sistematis. Dalam organisasi tubuh, sel memiliki peranan yang sangat penting. Kamu tidak dapat mengamati sel secara jelas pada tanaman atau hewan hanya dengan mata telanjang. Kamu membutuhkan alat bantu berupa mikroskop.

Bagaimana mikroskop dapat digunakan untuk mengamati bagian-bagian sel sehingga tampak jelas? Coba lakukan pengamatan berikut ini.

Ayo Kita Lakukan

Kegiatan 1.2
Mengamati Sel Tumbuhan dengan Mikroskop

Apa yang diperlukan dalam pengamatan ini?

1. Daun tanaman *Rhoeo discolor*, ada yang menyebut Adam Hawa, daun sosongkokan, atau nanas kerang seperti Gambar 1.4.

2. Mikroskop lengkap dengan gelas objek (*object glass*) dan kaca penutup
3. Silet
4. Pinset/jarum
5. Cawan petri
6. Pipet tetes
7. Sedikit air

Bagaimana cara pengamatan ini?

1. Mula-mula, buat sayatan melintang daun Adam Hawa dengan arah menuju ke sumbu tubuh.
2. Letakkan sayatan tersebut pada gelas objek. Kemudian, tetesi dengan air. Tutuplah secara perlahan, jangan sampai terbentuk gelembung udara.
3. Amati preparat tersebut dengan perbesaran lemah. Kemudian, amati dengan perbesaran kuat.

Sumber: carlasbanggar.wordpress.com
Gambar 1.4 *Rhoe discolor*

4. Amati bagian-bagian yang tampak. Gambarlah di buku tugasmu.
5. Tuliskan hasil pengamatanmu. Perlu diingat bahwa, hanya hasil pengamatan, bukan tafsiran terhadap hasil pengamatan.

Simpulkan

Dari pengamatan yang kamu lakukan, buatlah kesimpulan tentang sel.

Kegiatan 1.3

Membandingkan Sel Hewan dengan Sel Tumbuhan

Apa yang diperlukan?

1. Bawang merah
2. Epitel pipi manusia
3. Pipet tetes
4. Mikroskop
5. Pisau atau silet
6. Gelas objek
7. Kaca penutup
8. Air
9. Sendok es krim/batang *cotton bud*.

Apa yang harus dilakukan?

Bagian A: Pengamatan sel bawang merah.

1. Kupas bagian luar bawang merah dan potong umbi lapis bawang merah secara membujur menjadi dua belahan.
2. Angkat salah satu lapisan tipis dari kulit luar umbi tersebut. Minta bantuan guru jika kamu mengalami kesulitan
3. Letakkan lapisan tipis tersebut di atas gelas objek! Kemudian, tetesi dengan setetes air.
4. Tutup dengan kaca penutup secara perlahan agar tidak muncul gelembung.
5. Amati di bawah mikroskop.
6. Gambarkan hasil pengamatanmu pada buku tugasmu dengan membuat tabel pengamatan (Tabel 1.1). Tentukan bagian-bagian membran sel, dinding sel, sitoplasma, inti sel, dan vakuola.

Bagian B: Pengamatan sel epitel mulut manusia.

1. Bukalah mulutmu. Oleskan ujung batang korek api ke pipimu sebelah dalam. Berhati-hatilah, jangan sampai tertusuk batang kayu tersebut. Letakkan pada gelas objek yang telah diberi setetes air, kemudian tutup dengan kaca penutup. Amati di bawah mikroskop.
2. Gambar hasil pengamatanmu pada tempat yang telah disediakan. Tentukan bagian membran sel, sitoplasma, dan inti sel.

Tabel 1.1 Pengamatan sel

No.	Gambar Hasil Pengamatan	Keterangan
1.		Sel bawang merah
2.		Epitel pipi

Tuliskan perbedaan antara sel tumbuhan dan sel hewan berdasarkan hasil pengamatanmu.

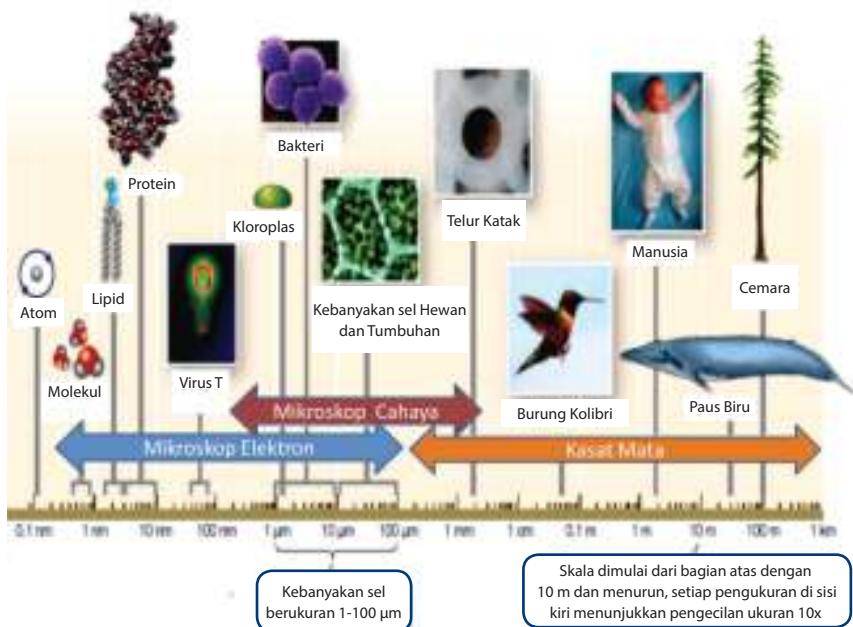
Tabel 1.2 Perbedaan antara sel tumbuhan dan sel hewan

No.	Perbedaan	
	Sel Tumbuhan	Sel Hewan

Presentasi

Presentasikanlah hasil pengamatanmu di depan kelas.

Ingatlah

- Sel merupakan unit terkecil kehidupan. Di dalam sel terdapat penyusun sel atau organel sel. Namun, organel tidak disebut sebagai unit terkecil kehidupan sebab organel tidak mampu hidup mandiri.
- Makhluk hidup bersel satu dapat hidup mandiri dan dapat mencukupi kebutuhan hidupnya sendiri seperti energi, mineral, dan sebagainya.
- Umumnya, sel berukuran mikroskopis. Namun, ada sel yang berukuran makroskopis (besar). Seperti telur burung unta dan sel saraf zarafah yang memiliki panjang lebih dari 1 meter. Perhatikan Gambar 1.5.

Sumber: Campbell, 2008. Biology dan David Sadava, 2011, Life: The Science of Biology
Gambar 1.5 Kisaran ukuran sel

Sebagian besar sel berdiameter antara 1 sampai 100 µm, sehingga hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Perhatikan skala yang dipakai. Skala dimulai dari bagian atas dengan 10 meter dan menurun. Setiap pengukuran di sisi kiri menunjukkan pengecilan ukuran sepuluh kali.

Pengukuran

1 centimeter (cm) = 10^{-2} m = 0,4 inci
1 milimeter (mm) = 10^{-3} m
1 mikrometer (µm) = 10^{-3} mm = 10^{-6} m
1 nanometer (nm) = 10^{-3} µm = 10^{-9} m

Ayo Kita Lakukan

Kegiatan 1.4

Kamu telah mempelajari tentang sel sebagai unit fungsional terkecil yang menyusun makhluk hidup. Untuk mempelajarinya, kita membutuhkan alat bantu seperti mikroskop.

Mengapa sebagian besar sel berukuran kecil? Coba jelaskan. (Untuk dapat menjawabnya, perhatikan Gambar 1.6 berikut.

Luas Permukaan Total (tinggi x lebar x jumlah sisi x jumlah kotak)	6	150	750
Volume Total (tinggi x lebar x panjang x jumlah kotak)	1	125	125
Perbandingan Luas Permukaan terhadap Volume (Luas ÷ Volume)	6	1.2	6

Sumber:
Gambar 1.6 Sel berukuran kecil

Kegiatan 1.5 Tugas Projek

Membuat Model Sel

1. Bentuklah satu kelompok yang beranggotakan 5 orang, pilihlah salah satu projek yang akan kamu kerjakan. Membuat model sel hewan atau membuat model sel tumbuhan. Seperti contoh pada Gambar 1.7.
2. Buatlah model sel yang kamu pilih untuk dikumpulkan sebagai nilai hasil tugasmu.

3. Bekerjalah dengan kelompokmu dalam memilih bahan yang akan digunakan untuk membuat model yang sesuai dengan pilihanmu (tumbuhan/hewan)!

Apa yang diperlukan?

1. Gabus, tanah liat, atau lilin plastisin.
2. Lem, gunting atau pisau kecil, dan spidol warna (pisau kecil dan cat warna untuk membedakan bagian-bagian sel).

   Peringatan: Hati-hati dalam menggunakan gunting dan pisau.

Apa yang akan dikerjakan?

1. Bentuk gabus/tanah liat/lilin plastisin menjadi bentuk model sel hewan atau tumbuhan sesuai pilihan kelompok. Perlu diingat, jangan lupa membuat organelnya.
2. Buatlah model sel tersebut lengkap dengan organel yang ada. Beri warna yang berbeda untuk setiap organel yang berbeda dengan spidol warna/cat warna.
3. Berilah nomor atau nama tiap organel tersebut.
4. Langkah nomor 1 - 3 dapat digunakan dengan bahan yang berbeda, misalnya tanah liat.

Sumber: catherinamuiyonto.blogspot.com
Gambar 1.7 Model sel hewan

5. Laporkan hasilmu pada pertemuan berikutnya.

Refleksi

Perlu direnungkan, bahwa sel yang ukurannya kecil ternyata terdiri atas organel-organel yang lebih kecil lagi dan saling membutuhkan satu sama lain. Tidak ada yang dapat menghidupkan sel kecil tersebut, kecuali Tuhan Yang Maha Hidup dan Pemberi Kehidupan. Oleh karena itu, kita harus senantiasa bersyukur atas anugerah Tuhan Sang Pemberi Kehidupan.

Coba kembali renungkan. Mengapa pada sel hewan tidak dijumpai dinding sel, sedangkan pada sel tumbuhan terdapat dinding sel? Tuhan Yang Maha Kuasa juga pasti memiliki rahasia lain yang menakjubkan dibalik itu, bukan?

B. Jaringan-jaringan pada Hewan dan Tumbuhan

Setiap sel suatu organisme memiliki ukuran yang bervariasi. Ukuran sel mencerminkan fungsi yang dilakukan sel bersangkutan. Semua fungsi hidup organisme bersel satu dilakukan oleh sel tunggal itu sendiri. Pada organisme bersel banyak, seringkali sel tidak dapat bekerja sendiri. Setiap sel bergantung kepada sel yang lain. Kerja sama dan interaksi di antara sel ini menyebabkan organisme dapat mempertahankan hidupnya. Sel-sel yang mempunyai fungsi dan bentuk sama akan berkelompok. Kelompok sel disebut jaringan.

Ayo Kita Pelajari

- Jaringan

Mengapa Penting?

- Untuk menjelaskan bagian-bagian jaringan dan fungsinya.

Ayo Kita Lakukan

Kegiatan 1.6 Mengamati Jaringan

Apakah jaringan tersusun atas sel-sel yang memiliki ciri yang sama?

Apa yang diperlukan?

1. Daun
2. Mikroskop
3. Gelas objek dan kaca penutup
4. Silet
5. Pewarna metilen biru
6. Pipet tetes

Apa yang harus dilakukan?

1. Jaringan tumbuhan
   a. Sayatlah daun atau batang tumbuhan dengan membujur atau melintang setipis mungkin.
   b. Letakkan di atas gelas objek dan tetes dengan pewarna metilen biru. Kemudian, tutuplah dengan kaca penutup.
   c. Amati di bawah mikroskop. Gambarlah jaringan tumbuhannya pada buku tugasmu.
   d. Identifikasilah bagian-bagian jaringan tersebut.

Tabel 1.3 Jaringan tumbuhan

Gambar	Keterangan

2. Jaringan hewan
   a. Siapkan preparat awetan hewan (sel otot polos) yang ada di sekolahmu.
   b. Amatilah di bawah mikroskop. Gambarlah jaringan-jaringan hewan tersebut.

Tabel 1.4 Jaringan hewan

Gambar	Keterangan

Analisislah hasil pengamatanmu dan jawablah pertanyaan berikut.

1. Bagaimana struktur jaringan tumbuhan? Identifikasilah.
2. Bagaimana struktur jaringan hewan? Identifikasilah.
3. Bandingkan struktur jaringan hewan dan tumbuhan tersebut. Apakah persamaan dan perbedaannya?

Lakukan hal-hal berikut untuk mengevaluasi hasil pengamatanmu.

1. Buat kesimpulan dari hasil pengamatanmu.
2. Kumpulkan hasil pengamatanmu kepada gurumu. Mintalah pendapatnya.

Tumbuhan mempunyai bermacam-macam jaringan. Jaringan pembuluh kayu (*xilem*) berfungsi mengangkut air dan unsur hara dari akar ke daun, sedangkan jaringan pembuluh tapis (*floem*) mengangkut zat makanan dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan. Hewan maupun manusia mempunyai bermacam-macam jaringan juga. Ada jaringan epitel, jaringan otot, jaringan tulang rawan, jaringan saraf, dan sebagainya.

C. Organ-organ pada Hewan dan Tumbuhan

Ayo Kita Pelajari

- Organ

Mengapa Penting?

- Untuk menjelaskan bagian-bagian organ dan fungsinya.

Pada waktu pengamatan jaringan tumbuhan, kamu perlu memotong salah satu bagian tumbuhan, misalnya daun. Di dalam daun, ternyata ada beberapa macam jaringan. Kumpulan dari beberapa macam jaringan yang berbeda akan membentuk satu kesatuan untuk melakukan fungsi tertentu disebut organ.

Ayo Kita Lakukan

Kegiatan 1.7 Organ yang terdapat pada tumbuhan

Apa yang diperlukan?

1. Tanaman pacar air yang masih memiliki akar dan daun yang telah direndam batang dan akarnya dengan larutan pewarna merah selama 2 x 24 jam
2. Pisau kecil dan gunting
3. Kertas label
4. Alat tulis

Apa yang harus dilakukan?

1. Amati keseluruhan tanaman pacar air tersebut.
2. Identifikasilah bagian-bagian tanaman tersebut (akar, batang, dan daun). Beri label pada setiap bagiannya untuk mempermudah pengamatanmu. Tuliskan fungsinya
3. Gunakan gunting atau silet untuk memotong organ-organ tumbuhan tersebut. Berhati-hatilah saat memotong.

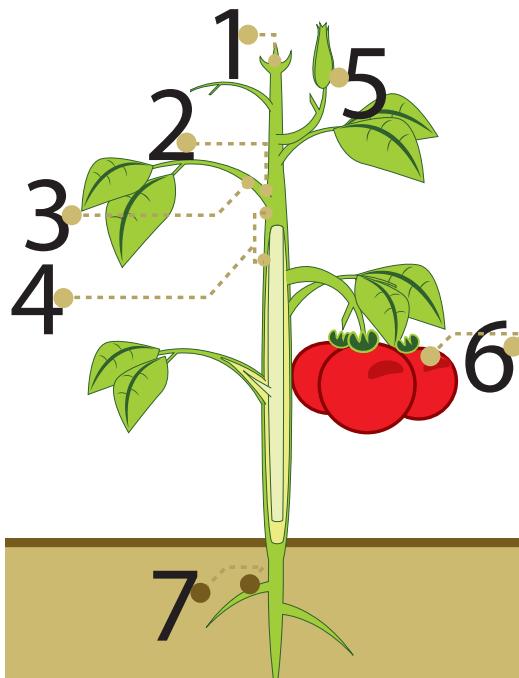
Peringatan: Berhati-hatilah dalam menggunakan gunting atau silet. Cucilah gunting dan silet tersebut setelah selesai digunakan.

Tabel 1.5 Organ tumbuhan pacar air

Gambar		Keterangan
Tumbuhan Pacar Air Utuh		
Bagian Daun		
Bagian Batang		
Bagian Akar		

Ayo Lakukan

Kegiatan Bereksplorasi

Untuk melengkapi keterampilan mengenai sel, jaringan, dan organ, kamu diminta untuk melakukan eksplorasi terhadap ketiga hal tersebut. Eksplorasi dilakukan dengan menelusuri gambar dan mengidentifikasi penjelasan pada gambar.

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....
6. ....
7. ....

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 1.8 Struktur Tumbuhan

Lakukan langkah-langkah berikut.

1. Perhatikan Gambar 1.8 di atas.
2. Sebutkan organ pada bagian tumbuhan yang ditunjuk.
3. Identifikasilah letak organ tersebut beserta fungsinya.
4. Catatlah hasil pengamatanmu pada buku tugasmu.
5. Carilah informasi melalui buku, majalah, koran, internet, atau sumber yang lain.

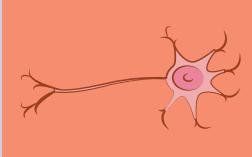
6. Tulislah kesimpulan dari hasil pengamatan kegiatan ini pada buku tugasmu.
7. Laporkan hasil kegiatanmu kepada gurumu dan mintalah pendapatnya.

Ayo Kita Latihan

Kegiatan 1.8 Bagian-Bagian Tubuh

Kamu telah mempelajari bahwa makhluk hidup tersusun atas unit terkecil yang disebut sel. Sel berkumpul membentuk jaringan dan jaringan akan menyusun organ. Sekarang, tentukan bagian tubuh manusia yang termasuk sel, jaringan, atau organ dengan memberi tanda centang (√) pada kolom sel, jaringan, atau organ pada Tabel 1.6 berikut.

Tabel 1.6 Bagian-bagian tubuh

Gambar Bagian Tubuh	Nama	Sel	Jaringan	Organ
Gambar 1.9				
Gambar 1.10				

Gambar Bagian Tubuh	Nama	Sel	Jaringan	Organ
Gambar 1.11				
Gambar 1.12				
Gambar 1.13				

Sumber:

D. Sistem Organ dan Organisme

Kamu sudah menemukan bermacam-macam organ yang terdapat pada tumbuhan dan manusia. Beberapa organ yang bekerja sama untuk melakukan fungsi kerja tertentu disebut *sistem organ*.

Lanjutkan kegiatan ini untuk mempelajari sistem organ dan organisme.

Ayo Kita Pelajari

- Sistem organ dan organisme

Mengapa Penting?

- Menjelaskan sistem organ dan organisme

Ayo Lakukan

Kegiatan 1.9 Sistem Organ dan Organisme

Sebutkan organ-organ yang dapat ditemukan pada tubuh manusia dan telusuri fungsi masing-masing organ tersebut. Jawablah pertanyaan tersebut melalui percobaan berikut.

Apa yang diperlukan?

- Torso/model manusia

Lakukan langkah-langkah berikut ini.

1. Perhatikan torso/model tubuh manusia yang ada di sekolahmu.
2. Identifikasilah organ-organ yang menyusun torso tersebut. Kemudian tentukan cara menyusun sistem organ-organ tersebut.
3. Catatlah hasil pengamatanmu dalam Tabel 1.7 berikut ini.

Tabel 1.7 Organ dan sistem organ

No.	Organ	Fungsi	Sistem Organ
1.			
2.			
3.			
4.			
dst			

Simpulkan hasil pengamatanmu.

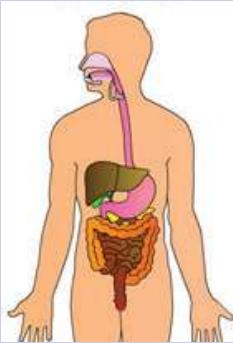
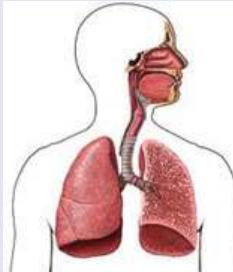
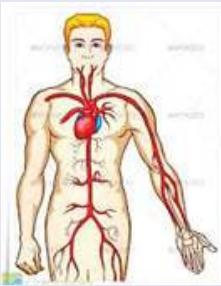
Ayo Kita Latihan

Kegiatan 1.10 Bagian-bagian Tubuh

Sistem organ merupakan bentuk kerja sama antarorgan untuk melakukan fungsinya. Dalam melaksanakan kerja sama ini, setiap organ tidak bekerja sendiri-sendiri, melainkan organ-organ saling bergantung dan saling memengaruhi satu sama lainnya. Tanpa ada kerja sama dengan organ lain, maka proses dalam tubuh tidak akan terjadi. Sistem organ manusia lebih detil dapat dilihat pada Tabel 1.8. Sistem organ, organ, dan fungsi yang masih belum terisi silahkan kamu cari sendiri dari berbagai referensi.

Pelajari sistem organ manusia yang terdapat pada Tabel 1.8. Kemudian tuliskan nama masing-masing organ tersebut pada gambar yang tersedia.

Tabel 1.8 Sistem Organ Manusia

No.	Sistem Organ	Gambar	Organ	Fungsi
1.	Sistem pencernaan	Gambar 1.14 Sistem pencernaan	Mulut (lidah, gigi), faring, esofagus, lambung, usus halus, usus besar, hati, rektum, pankreas, dan anus	Mencerna makanan, mengabsorbsi molekul-molekul makanan yang sudah disederhanakan
2.	Sistem pernapasan	Gambar 1.15 Sistem pernapasan		
3.	Sistem gerak (rangka)	Gambar 1.16 Sistem gerak (rangka)	Tulang	Menyokong dan melindungi organ dalam

No	Sistem Organ	Gambar	Organ	Fungsi
4.	Sistem transportasi/ sirkulasi/ peredaran darah	Gambar 1.17 Sistem Sirkulasi	Jantung, arteri, vena, kapiler, dan sel-sel darah.	Mengangkut oksigen dan sari makanan ke seluruh sel tubuh, dan mengangkut zat hasil metabolisme yang tidak berguna keluar dari sel tubuh, serta melindungi tubuh dari mikroorganisme penyebab penyakit.
5.		Gambar 1.18 Sistem Saraf		
6.	Sistem ekskresi	Gambar 1.19 Sistem Ekskresi	Paru-paru, ginjal, kulit, dan hati	Mengeluarkan sisa metabolisme yang tidak terpakai dari dalam tubuh dan menjaga keseimbangan sel dengan lingkungannya
7.	Sistem reproduksi	Gambar 1.20 Sistem Reproduksi	Ovarium, rahim, dan vagina.	Perkembangbiakan

Sekarang kamu sudah mengetahui bahwa di dalam tubuh terdapat beberapa sistem organ. Pada kelompok makhluk hidup multiseluler seperti manusia, antarsistem organ saling berhubungan dan bekerja sama untuk menjalankan fungsinya. Sistem organ ini kemudian membentuk organisme, yaitu satu jenis makhluk hidup/individu, misalnya manusia.

Penerapan Konsep

Kamu telah mempelajari bahwa organisme tersusun atas sistem organ yang tersusun atas organ. Apakah makhluk hidup tingkat rendah memiliki organ dan sistem organ? Coba pikirkan dan temukan jawabannya. Lakukanlah eksplorasi.

Ayo Lakukan

Kegiatan 1.11 Mengamati Organisme

Apa yang perlu disiapkan dalam eksplorasi ini?

1. Sampel air yang menggenang beserta serasahnya dan tumbuhan air yang dibiarkan beberapa hari (dapat diambil dari air selokan yang terdapat di sekitar sekolah, rumah, atau persawahan).

Cucilah kedua tanganmu dengan sabun setelah melakukan kegiatan ini.

2. Mikroskop.
3. Gelas objek dan kaca penutup.
4. Pipet tetes.

Apa yang harus dilakukan?

1. Ambil sedikit air genangan dengan menggunakan pipet tetes.
2. Teteskan satu tetes pada gelas objek dan tutup dengan kaca penutup. Tutuplah gelas objek secara perlahan dan hati-hati.
3. Amati preparat tersebut dengan mikroskop.
4. Gambarlah organisme atau bagian organisme yang tampak pada mikroskop di buku tugasmu.

Analisislah hasil pengamatanmu dengan menjawab pertanyaan berikut.

1. Termasuk organisme atau bagian tubuh organisme apa yang kamu lihat?
2. Tuliskan kesimpulan yang didapat dari kegiatan ini di buku tugasmu. Kemudian laporkan hasil pengamatan pada gurumu.

Refleksi

Kita sebagai manusia patut bersyukur atas nikmat yang Tuhan berikan. Tak ada satu pun yang Tuhan ciptakan secara sia-sia. Semua ciptaan Tuhan memiliki manfaat dan fungsi tertentu bagi kehidupan. Mari kita renungkan apa yang sudah Tuhan berikan kepada manusia. Organ-organ yang Tuhan ciptakan sangat sempurna. Tuhan meletakkan organ-organ tubuh manusia sesuai tempatnya, sehingga tampak indah dan sempurna. Semua organ tubuh manusia terjalin dalam satu kesatuan tubuh. Semua organ berfungsi, bergerak, dan bekerja sama sesuai dengan peranannya masing-masing. Mata berfungsi sebagai alat penglihatan, telinga berfungsi sebagai alat pendengaran, dan lain sebagainya. Bayangkan jika semua organ tidak mau bergerak sesuai dengan fungsinya maka akan terjadi mata jadi telinga, telinga jadi mulut, kaki jadi kepala. Tidak akan pernah dapat menjadi satu kesatuan, Maha Besar Tuhan Yang Maha Pencipta.

INFO ILMUWAN

Kita telah mempelajari tentang Sistem Organisasi Kehidupan, tahukah kamu ilmuwan yang sudah berjasa untuk pengembangan ilmu yang telah kita pelajari ini?

- **Robert Hooke (1635-1703)** merupakan seorang kimiawan dan fisikawan yang melakukan riset di bidang optik dan geometri. Salah satu temuan pentingnya adalah mikroskop tetes, lensanya dibuat dari tetesan kaca pijar yang berbentuk cakram bikonkaf. Mikroskop buatan Hooke adalah penyempurnaan dari mikroskop Leuwenhook. Penemuan ini dipublikasikan dalam bentuk buku berisi cara pembuatan dan teknik penggunaan mikroskop yang diberi judul Micrographia. Melalui mikroskop buatannya ini Hooke dapat mengamati sel hewan dan sel tumbuhan. Sel pertama yang diamati adalah sel jaringan gabus pada tumbuhan. Hooke juga yang pertama kali menyebutkan kata sel dalam jurnal penelitiannya.
- **Theodore Schwann (1810-1882)** seorang ahli pengetahuan berkebangsaan Jerman, melaporkan bahwa tubuh hewan tersusun atas sel. Kemudian Schwann mengusulkan dua azas yang dikenal dengan teori sel, yaitu semua organisme terdiri atas sel, dan sel merupakan unit dasar organisasi kehidupan. Jauh sebelum masa para ahli tersebut, seorang ilmuwan yang bernama **Ibnu Sina (980-1037)** telah mempelajari banyak hal tentang ilmu pengetahuan alam, di antaranya tentang fungsi organ tubuh. Selain itu juga **Alexander Oparin (1894-1980)** merupakan ilmuwan sains dari bangsa barat yang terjun dalam bidang biologi. Oparin adalah orang pertama yang membuktikan bahwa sel muncul sebelum adanya gen atau protein.

RANGKUMAN

Organisme merupakan bagian hierarki struktur makhluk hidup yang membentuk organisasi kehidupan. Hierarki struktur ini disebut hierarki Biologi.

Organisasi kehidupan terdiri atas atom ➝ molekul ➝ organel sel ➝ sel ➝ jaringan ➝ organ ➝ sistem organ ➝ organisme.

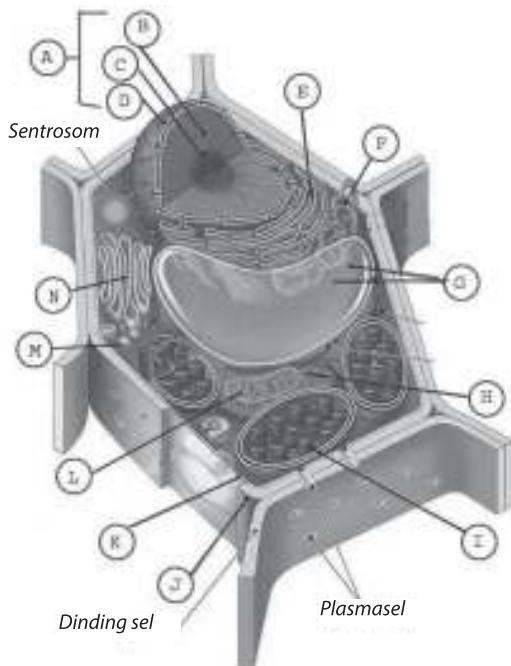
Sel berada di tingkatan struktural terendah yang masih mampu menjalankan semua fungsi kehidupan. Sel mampu melakukan regulasi terhadap dirinya sendiri, memroses energi, tumbuh dan berkembang, tanggap terhadap lingkungan, serta melakukan reproduksi.

Kerja sama dan interaksi di antara sel-sel ini menyebabkan organisme dapat mempertahankan hidupnya. Sel-sel yang mempunyai fungsi dan bentuk yang sama akan berkelompok. Kelompok sel itu dinamakan jaringan.

Kumpulan dari beberapa macam jaringan yang berbeda dan membentuk satu kesatuan untuk melakukan fungsi tertentu disebut organ. Sistem organ merupakan bentuk kerja sama antarorgan untuk melakukan fungsi tertentu.

UJI KOMPETENSI

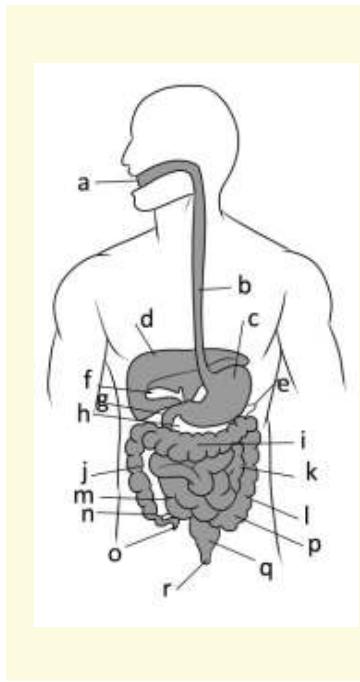
Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar.

1. Perhatikan gambar sel di bawah ini. Identifikasilah bagian-bagiannya.

Bagian-bagian yang menyusun sel tumbuhan

A. ....
B. ....
C. ....
D. ....
E. ....
F. ....
G. ....
H. ....
I. ....
J. ....
K. ....
L. ....
M. ....
N. ....

Gambar 1.21 Sel
Sumber: http://animalia-life.club

2. Apa yang terjadi dengan sistem organ tertentu, jika salah satu organ penyusunnya mengalami kerusakan? Dapatkah sistem organ tersebut berfungsi dengan baik?
   a. Bagian sel manakah yang menjadi penentu sel tersebut menjadi sel hidup atau sel mati?
   b. Apa yang terjadi apabila organ yang ditunjuk dengan huruf (I) pada Gambar 1.21 tidak berfungsi dengan baik?
   c. Bagian manakah yang disebut dinding sel? Mengapa sel ini memiliki dinding sel? Jelaskan.

3. Perhatikan gambar sistem pencernaan di bawah ini. Sebutkan bagian-bagian yang diberi tanda dengan huruf a sampai dengan r.

Gambar 1.22 Sistem Pencernaan

Organ-organ penyusun sistem pencernaan

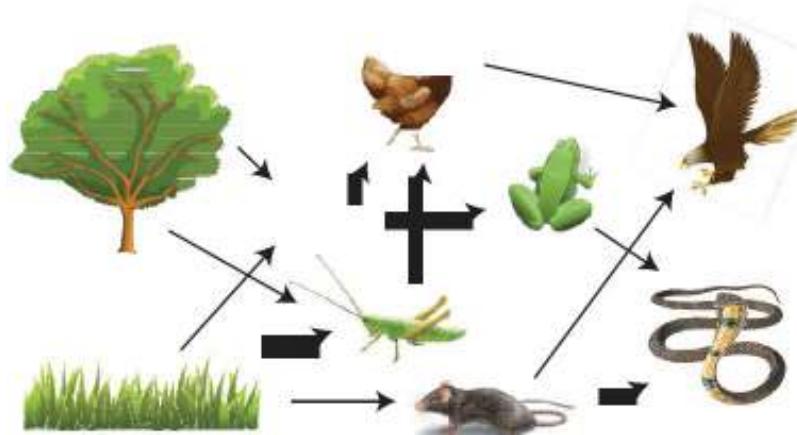
a ....
b ....
c ....
d ....
e ....
f ....
g ....
h ....
i ....
j ....
k ....
l ....
m ....
o ....
p ....
q ....

4. Mengapa mikroskop merupakan sesuatu yang sangat berguna untuk mempelajari sel? Jelaskan.

Pemecahan Masalah

Kulit merupakan bagian tubuh manusia yang paling luas, rapat, dan kuat. Apakah kulit termasuk organ? Mengapa kulit yang kuat dapat berdarah? Kemukakan alasanmu!

Bab 2

Interaksi Makhluk Hidup dengan Lingkungan

Sumber:

Istilah-istilah Penting

Lingkungan, Ekosistem, Saling Ketergantungan, Pola Interaksi

Perhatikan Gambar 2.1 di bawah ini. Pada gambar (a) terlihat burung bangau bertengger di puncak pohon sedang berjemur setelah mencari makan di daerah sekitar Suaka Margasatwa, Pulau Rambut, Kabupaten Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. Pada Gambar (b) terlihat seekor biawak sedang mengendap-endap mencari mangsa di tempat yang sama dengan burung bangau. Oleh karena itu, jika burung bangau tersebut berada di bawah, maka bangau akan menjadi santapan bagi biawak. Peristiwa seperti ini sering terjadi di semua tempat bahwa sesama makhluk hidup saling berinteraksi.

Sumber: Dokumen pribadi Drs. Paskal Sukandar, M.Si
Gambar 2.1
(a) Burung bangau yang bertengger pada pohon,
(b) Seekor biawak sedang mengendap mencari makan di Suaka Margasatwa Pulau Rambut DKI Jakarta

Pada Bab 2 ini, kamu akan mempelajari interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya. Untuk memahami bab ini dengan baik, coba pahami lebih dahulu mengenai lingkungan dan melakukan pengamatan terhadap lingkungan.

A. Pengertian Lingkungan

Istilah *lingkungan* berasal dari kata "*Environment*", yang memiliki makna "*The physical, chemical, and biotic condition surrounding an organism.*" Berdasarkan istilah tersebut, lingkungan secara umum dapat diartikan sebagai segala sesuatu di luar individu. Segala sesuatu di luar individu merupakan sistem yang kompleks, sehingga dapat memengaruhi satu sama lain. Kondisi yang saling memengaruhi

Ayo Kita Pelajari
- Pengertian Lingkungan

Mengapa Penting?
- Untuk menjelaskan konsep lingkungan dan komponennya

ini membuat lingkungan selalu dinamis dan dapat berubah-ubah sesuai dengan kondisi. Selain itu, komponen lingkungan itu dapat saling memengaruhi dengan kuat. Ada saatnya kualitas lingkungan berubah menjadi baik dan tidak menutup kemungkinan untuk berubah menjadi buruk. Perubahan itu dapat disebabkan oleh makhluk hidup dalam satu lingkungan tersebut. Lingkungan terdiri atas dua komponen utama, yaitu komponen biotik dan abiotik.

1. Komponen biotik, terdiri atas makhluk hidup, seperti manusia, hewan, tumbuhan, dan jasad renik.
2. Komponen abiotik, terdiri atas benda-benda tidak hidup di antaranya air, tanah, udara, dan cahaya.

Ayo Kita Lakukan

Kegiatan 2.1
Mempelajari Lingkungan

Apa yang kamu amati pada Gambar 2.2?

Pada gambar tersebut terdapat air, ikan, dan tumbuhan air.

1. Bagian yang hidup adalah ...
2. Bagian yang tidak hidup adalah ...
3. Bagaimana bagian yang hidup dan tidak hidup dapat berinteraksi?

Alat dan Bahan

1. Botol plastik bekas air mineral ukuran 2 liter
2. Gunting
3. Pasir
4. Kerikil
5. Penggaris
6. Air
7. Tumbuhan *Elodea* dan, *Hydrilla*
8. Ikan kepala timah/*cere' Guppy*
9. Makanan ikan

Sumber: akuarium.forum.o-fish.com
Gambar 2.2. Ekosistem buatan

Lakukan percobaan dengan langkah-langkah berikut.

a. Potonglah bagian atas dari botol plastik yang telah dicuci.
b. Tuangkan lapisan pasir setebal 5-10 cm di bagian dasar botol.
c. Isilah botol tersebut dengan air sampai 5 cm di bawah permukaan botol dan biarkan terbuka selama 2 hari. Jaga volume air agar tetap stabil dengan menambahkan air untuk mengganti air yang menguap dari botol.
d. Tanamlah *Elodea/Hydrilla* dan tambahlah 2 cm lapisan kerikil.
e. Bila air telah jernih, tambahkanlah seekor ikan kepala timah atau ikan koki atau ikan lain yang berukuran kecil.
f. Berilah makan ikan dengan memasukkan makanan ikan secukupnya setiap hari.
g. Sekarang kamu telah membuat suatu lingkungan yang disebut ekosistem.
h. Amatilah ekosistemmu setiap hari dan catatlah apa yang kamu amati dalam buku catatanmu. Pastikan kamu mengamati tentang bagian yang hidup dan bagian yang tidak hidup dalam ekosistemmu.

Analisislah hasil kegiatanmu dengan menjawab pertanyaan berikut!

a. Bagaimana bagian-bagian dalam botol berinteraksi untuk menyusun ekosistem? Jelaskan!
b. Apa yang diperlukan untuk menjaga agar ekosistem tersebut sehat?

Presentasikan hasil percobaanmu di depan kelas.

B. Hal-hal yang Ditemukan dalam Suatu Lingkungan

Di sekolah, kamu menghabiskan waktu dalam ruangan kelas untuk berinteraksi dengan teman dan guru. Setelah kegiatan sekolah selesai, mungkin kamu pergi ke lapangan olahraga, ke toko buku, atau berjalan menuju tempat bermain. Setiap hari, kamu menuju ke tempat yang berbeda di sekitarmu. Pernahkah kamu mencatat tempat yang kamu kunjungi? Apakah kamu juga mempelajari interaksimu dengan lingkungan yang kamu kunjungi?

Setiap makhluk hidup memerlukan lingkungan tertentu sebagai tempat hidupnya. Tahukah kamu, tempat hidup dinamakan *habitat*. Dalam suatu habitat, terdapat berbagai jenis makhluk hidup (*biotik*) dan makhluk tak hidup (*abiotik*).

Tempat yang kamu kunjungi merupakan suatu habitat bagi suatu makhluk hidup. Pada tempat tersebut akan terjadi interaksi antara makhluk hidup dan makhluk tak hidup.

Ayo Kita Pelajari

- Komponen lingkungan

Mengapa Penting?

- Untuk mengetahui dan mengidentifikasikan komponen biotik dan abiotik dalam lingkungan

Ayo Kita Lakukan

Kegiatan 2.2 Mengamati Ekosistem

Amati Gambar 2.3, dan catat pengamatanmu.

- Ada tanaman padi
- Ada tanah tempat tumbuh tanaman padi
- Ada ...
- Ada ...

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 2.3 Siswa mengamati lingkungan di sekitar sekolah

Buatlah pertanyaan berdasarkan hasil pengamatan tersebut.

1. Buatlah kelompok yang terdiri atas 4-5 orang.
2. Catatlah jenis-jenis ekosistem apa saja yang diamati di lingkungan sekolahmu.
3. Catatlah semua makhluk hidup dan makhluk tak hidup yang terdapat pada lingkungan tersebut dalam suatu tabel seperti berikut. Kerjakan di buku tugasmu.

Tabel 2.1 Hasil pengamatan lingkungan

No.	Makhluk Hidup (Biotik)	Jumlah	Makhluk tak hidup (Abiotik)	Keterangan
1.	...	...	...	...
2.	...	...	...	...
3.	...	...	...	...
4.	...	...	...	...
5.	...	...	...	...
...	...	...	...	...

4. Buatlah kesimpulan dari kegiatanmu dengan mengaitkan peran setiap komponen tersebut.

C. Interaksi dalam Ekosistem Membentuk Suatu Pola

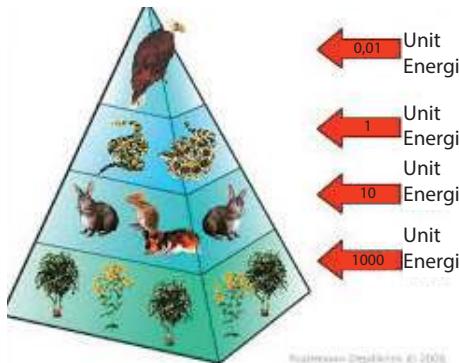
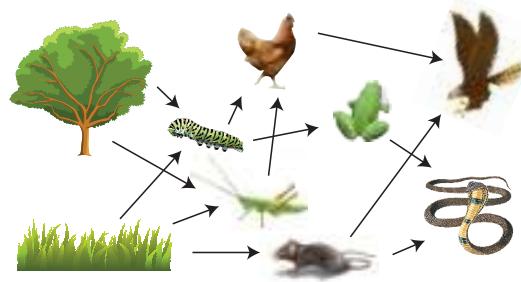
Jika kamu mengamati bagian kecil ekosistem seperti pada kegiatan sebelumnya, atau seluruh ekosistem yang luas seperti lautan, kamu dapat mengetahui hubungan keterkaitan di antara organisme yang terdapat dalam ekosistem tersebut. Setiap organisme tersebut tidak dapat hidup sendiri dan selalu bergantung pada organisme yang lain dan lingkungannya. Saling ketergantungan ini akan membentuk suatu pola interaksi. Terjadi interaksi antara komponen biotik dengan komponen abiotik, dan terjadi interaksi antarsesama komponen biotik.

Ayo Kita Pelajari
- Interaksi dalam ekosistem

Mengapa Penting?
- Untuk mengetahui dan menjelaskan pola interaksi dalam ekosistem

Ayo Pikirkan
- Pernahkah kamu melihat suatu daun yang berlubang?
- Apa yang menyebabkan daun tersebut berlubang?

1. Interaksi Antara Makhluk Hidup dengan Makhluk Hidup yang Lain.

Interaksi antara makhluk hidup dengan makhluk hidup yang lain dapat terjadi melalui rangkaian peristiwa makan dan dimakan. Seperti rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan piramida makanan. Selain itu, melalui bentuk hidup bersama, yaitu simbiosis. Perhatikan Gambar 2.4 dan 2.5.

Sumber: Piramida makanan.idfk.bogor.net
Gambar 2.4 Piramida makanan

Sumber: Anneahira.com
Gambar 2.5 Jaring-jaring makanan.

2. Macam-macam Simbiosis

Simbiosis merupakan bentuk hidup bersama antara dua individu yang berbeda jenis. Ada tiga (3) macam simbiosis, yaitu simbiosis mutualisme, simbiosis komensalisme, dan simbiosis parasitisme. *Simbiosis mutualisme* merupakan suatu hubungan dua jenis individu yang saling memberikan keuntungan satu sama lain. *Simbiosis komensalisme* adalah hubungan interaksi dua jenis individu yang memberikan keuntungan kepada salah satu pihak, tetapi pihak lain tidak mendapatkan kerugian. *Simbiosis parasitisme* merupakan hubungan dua jenis individu yang memberikan keuntungan kepada salah satu pihak dan kerugian pada pihak yang lain. Perhatikan Gambar 2.6.

Contoh simbiosis mutualisme adalah antara jamur dan akar pohon pinus. Jamur mendapatkan makanan dari pohon pinus, sedangkan pohon pinus mendapatkan garam mineral dan air lebih banyak jika bersimbiosis dengan jamur.

Contoh simbiosis komensalisme adalah antara tanaman anggrek dengan pohon mangga. Tanaman anggrek mendapatkan keuntungan berupa tempat hidup, sedangkan pohon mangga tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian dari keberadaan tanaman anggrek tersebut.

Contoh simbiosis parasitisme adalah antara kutu rambut dan manusia. Kutu rambut memperoleh keuntungan dari manusia berupa darah yang diisap sebagai makanannya sedangkan manusia akan merasakan gatal pada kulit dikepalanya.

(a) (b) (c)

Sumber: f4-preview.awardspace.com m.kidnesia.com sukasains.com
Gambar 2.6 Macam-macam simbiosis pada makhluk hidup
(a) Komensalisme (ikan badut dengan anemon)
(b) Parasitisme (tumbuhan tali putri dengan inangnya)
(c) Mutualisme (lebah dengan bunga)

3. Peran Organisme Berdasarkan Kemampuan Menyusun Makanan

Berdasarkan kemampuan menyusun makanan, peran organisme dibagi menjadi 2 (dua), yaitu *autotrof* dan *heterotrof*. Organisme heterotrof, berdasarkan jenis makanannya dibagi lagi menjadi 3 (tiga), yaitu *herbivora*, *karnivora*, dan *omnivora*.

(a) (b) (c)

Sumber: id.inter-pix.com httpgrant.d11.org news.detik.com
Gambar 2.7 Macam-macam hewan berdasarkan makanannya (a) herbivora (b) karnivora (c) omnivora

Untuk memahami ekosistem, kamu harus melakukan kegiatan berikut.

Ayo Kita Lakukan

Kegiatan 2.3 Memahami Saling Ketergantungan antara Makhluk Hidup

Kamu akan melakukan simulasi tentang saling ketergantungan makhluk hidup dalam suatu ekosistem. Dengan kegiatan ini, kamu diharapkan memahami pentingnya setiap organisme bagi kehidupan.

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 2.8 Benang kasur

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 2.9 Tali rafia

Benda yang diperlukan.

1. Benang kasur atau tali rafia.
2. Kartu-kartu yang berisi komponen ekosistem.

Kegiatan ini dapat dilakukan di dalam atau di luar kelas.

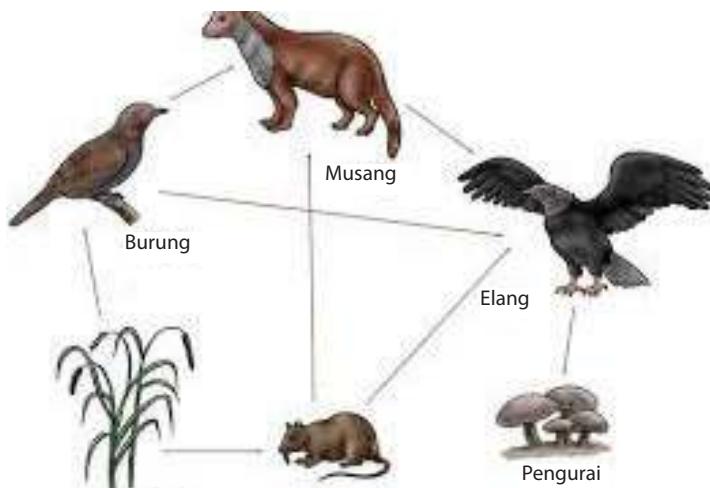
Lakukan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Pilih salah satu ekosistem.
2. Berkumpullah bersama temanmu membentuk lingkaran.
3. Bagilah peran temanmu masing-masing. Misalnya, temanmu yang pertama sebagai pohon dan memegang ujung tali.
4. Temanmu yang kedua yang berada di seberang teman pertama menyebutkan salah satu komponen ekosistem hutan tropis, selanjutnya menjelaskan keterkaitan dengan komponen sebelumnya. Misalnya burung, hubungannya sebagai tempat hidup.
5. Kemudian tali dihubungkan lagi ke teman ketiga yang berada di seberang teman kedua. Hal ini terus dilakukan sampai semua teman sudah memegang tali rafia yang mewakili komponen hutan tropis.

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 2.10
Peserta didik bermain simulasi saling ketergantungan pada hutan tropis

6. Setiap peserta didik harus memegang tali.
7. Guru menyebutkan salah satu komponen hutan tropis. Peserta didik yang memerankan komponen tersebut menggoyang-goyangkan tali yang dipegangnya, dan semua peserta didik diminta komentarnya apa yang dirasakan? Ternyata, semua peserta didik akan merasakan getaran dari tali rafia tersebut.
8. Selanjutnya, guru menyebutkan salah satu komponen hutan lain, dan meminta melepaskan tali yang dipegangnya. Akibatnya, ada (komponen lain) yang talinya tidak kencang lagi dan komponen tersebut harus melepaskan talinya.
9. Buatlah kesimpulan berdasarkan kegiatan ini yang berkaitan dengan interaksi antarkomponen ekosistem hutan tropis.

Ayo Kita Latihan

1. Perhatikan Gambar 2.11. Berapa rantai makanankah yang terlihat pada gambar jaring-jaring makanan tersebut?
2. Apakah rantai makanan yang satu dengan yang lain saling berhubungan? Jelaskan.

Sumber: dc228.4shared.com
Gambar 2.11 Jaring-jaring makanan

3. Tuliskan rantai makanan yang ditunjukkan pada Gambar 2.11 di atas. Isikan jawabannya pada tabel berikut.

No.	Rantai Makanan	Bentuk interaksi	Keterangan
1.	Contoh: Tumbuhan → tikus → elang → pengurai	Produsen-konsumen - pengurai	Produsen = tumbuhan Konsumen = tikus dan elang Pengurai = jamur
2.			
3.			
4.			

Berpikir Kritis

1. Apakah yang akan terjadi apabila salah satu organisme tidak tersedia di alam?
2. Apakah yang akan terjadi jika produsen dalam suatu ekosistem punah? Coba prediksikan. Jelaskan alasanmu.

Eksplorasi

Kamu telah melakukan simulasi tentang saling ketergantungan antara makhluk hidup (Kegiatan 2.3). Sekarang, lanjutkan dengan eksplorasi. Adapun yang akan dieksplorasi adalah ekosistem di sekitar sekolah.

Ayo Kita Lakukan

Kegiatan 2.4 Mengetahui bentuk saling ketergantungan

Setiap makhluk hidup memiliki kebutuhan yang berbeda dari makhluk hidup atau komponen ekosistem yang satu dengan yang lain. Oleh karena itu, ada berbagai macam bentuk saling ketergantungan antarmakhluk hidup. Buatlah pertanyaan berdasarkan deskripsi tersebut.

Bahan atau alat yang dibutuhkan

1. Alat tulis
2. Kaca pembesar (bila perlu)

Lakukan langkah-langkah berikut ini.

1. Perhatikan dan amatilah ekosistem sawah, kolam ikan, lapangan rumput, atau ekosistem lain di sekitar sekolahmu.
2. Dapatkah kamu menentukan bentuk saling ketergantungan antara komponen-komponen dalam ekosistem?

Petunjuk Keselamatan Kerja

Hati-hatilah dalam melakukan pengamatan, jangan memetik tumbuhan dan jangan melakukan kontak langsung dengan hewan yang kamu temui, cucilah tangan kamu setelah melakukan kegiatan ini.

3. Catat hasil pengamatanmu pada tabel berikut.

No.	Makhluk hidup I	Makhluk hidup II	Bentuk saling ketergantungan
1.	...	...	...
2.	...	...	...
3.	...	...	...
4.	...	...	...
5.	...	...	...
...	...	...	...

Apa yang dapat kamu simpulkan?

1. Bentuk saling ketergantungan organisme-organisme yang kamu temukan adalah...
2. Contoh bentuk saling ketergantungan adalah...

Presentasi

Presentasikan hasil pengamatanmu di depan kelas.

D. Pola Interaksi Manusia Memengaruhi Ekosistem

Alam yang awalnya sebagai sahabat bagi manusia, dapat menjadi ancaman bagi kehidupan manusia. Mengapa? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, lakukan pengamatan di bawah ini.

Ayo Kita Pelajari
- Interaksi manusia memengaruhi ekosistem

Mengapa Penting?
- Untuk mengetahui dan memahami interaksi manusia dalam memengaruhi ekosistem

Ayo Pikirkan
- Pernahkah kamu melihat gerakan ikan dan menghitung gerakan membuka menutupnya *operkulum* (tutup insang) selama 1 menit (*frekuensi*) pada habitat air yang bersih? Bagaimana apabila habitatnya diganti dengan air yang tercemar? Adakah perbedaan gerakan dan frekuensi membuka dan menutupnya operkulum? Untuk menjawab semua pertanyaan tersebut, lakukan kegiatan berikut.

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 2.12
Ikan dalam air habitat yang bersih

Ayo Lakukan

Kegiatan 2.5 Mengetahui keadaan Ikan pada air bersih dan tercemar

Siapkan dua stoples. Satu stoples diisi air bersih sedangkan stoples lainnya diisi air tercemar. Masukkan seekor ikan pada masing-masing stoples. Amati ikan dalam stoples yang telah disiapkan, tulis hasil pengamatanmu. Misalnya, gerakan ikan, berapa kali membuka menutupnya insang selama 1 menit.

Dari hasil pengamatanmu, buatlah pertanyaan. Bagaimanakah pengaruh ... terhadap ...

Lakukan percobaan dengan langkah-langkah berikut.

Ikan pada air bersih dan tercemar

1. Siapkan 4 buah stoples kosong, 4 ekor ikan kecil, dan *stopwatch.*
2. Isi setiap stoples dengan:
   a. air bersih,
   b. air sabun mandi (2 tetes/250 mL),
   c. air sabun detergen (2 tetes/250 mL),
   d. obat nyamuk cair (2 tetes/250 mL).
3. Masukkan ikan-ikan tersebut ke dalam stoples.

Lakukan analisis dengan langkah-langkah berikut.

1. Amati ikan dalam waktu 5 menit, 10 menit, dan 15 menit.
2. Diskusikan hasil pengamatanmu dengan teman di kelas dan gurumu.

Presentasikan hasil pengamatanmu di depan kelas.

INFO ILMUWAN

- **Al-Tamimi** adalah ilmuwan pada abad ke-10 M yang menulis buku mengenai hubungan antara ekologi dengan lingkungan yang cukup lengkap. Buku itu berisi tentang berbagai tipe polusi udara di berbagai negara dan hubungannya dengan kondisi geografi, berbagai macam penyakit akibat polusi udara dan berbagai macam infeksi alami, prosedur higienisasi lingkungan ketika epidemi penyakit terjadi, cara mengatasi polusi air, cara merawat air di kolam dan berbagai macam polusinya. Selain Al- Tamimi, Qusta Ibnu Luqa, salah seorang penerjemah dan penulis buku terkemuka di abad ke-10 M menghasilkan karyanya yang terkait dengan isu lingkungan dengan risalah tentang penyakit menular. Dalam risalahnya, dijelaskan hubungan antara penyakit menular dengan polusi lingkungan. Polusi yang berasal dari bumi, antara lain uap dari hutan dan rawa-rawa, serta asap dari gunung berapi. Lingkungan yang banyak polusinya membuat penyakit menular dapat menular dengan lebih cepat. Selain itu, dijelaskan pula bahwa cuaca yang sangat ekstrem dapat menurunkan kekebalan tubuh manusia.

- **Howard Thomas Odum (1924-2002)** adalah seorang ahli ekologi Amerika. Jurnal pertama yang dipublikasikan berjudul *The Biogeochemistry of Strontium: With Discussion on the Ecological Integration of Elements* pada tahun 1950. Thomas Odum sangat terkenal di berbagai negara melalui bukunya, *The Fundamentals Ecology*. Buku ini menjadi panduan dan pegangan utama bagi para pelajar yang ingin menekuni bidang ekologi di lebih dari 13 negara.

RANGKUMAN

Lingkungan secara umum diartikan sebagai segala sesuatu di luar individu. Segala sesuatu di luar individu merupakan sistem yang kompleks sehingga dapat memengaruhi satu sama lain. Lingkungan terdiri atas dua komponen utama, yaitu komponen biotik dan komponen abiotik. Komponen biotik terdiri atas makhluk hidup, seperti manusia, hewan, tumbuhan, dan jasad renik. Komponen abiotik terdiri atas benda-benda mati seperti air, tanah, udara, cahaya, dan sebagainya.

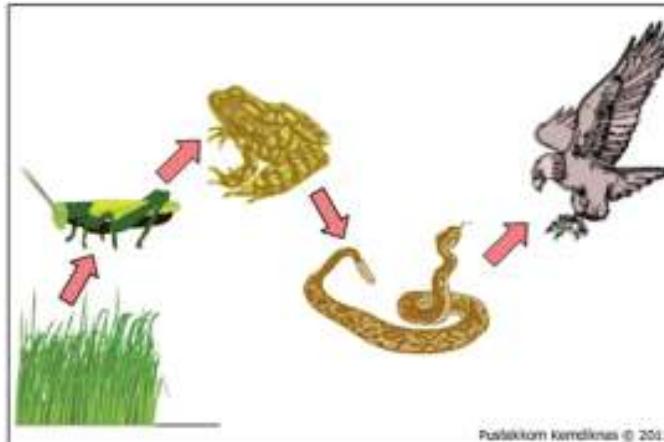
Setiap organisme tidak dapat hidup sendiri dan selalu bergantung pada organisme lain dan lingkungannya. Saling ketergantungan ini akan membentuk suatu pola interaksi. Pola interaksi ini terjadi antara komponen biotik dan komponen abiotik serta antara komponen biotik dan biotik.

Interaksi antara makhluk hidup dengan makhluk hidup yang lain dapat terjadi melalui rangkaian peristiwa makan dan dimakan (rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan piramida makanan), maupun melalui bentuk hidup bersama, yaitu simbiosis. Berdasarkan cara menyusun makanannya, makhluk hidup dapat berperan sebagai organisme *autotrof* dan *heterotrof*.

Manusia juga memiliki interaksi dengan lingkungan. Berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam menyebabkan kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu, akibatnya lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

UJI KOMPETENSI

Perhatikan Gambar 2.13 berikut ini.

Ekosistem Sawah dan Berbagai Permasalahannya

Sumber: belajar.kemdikbud.go.id

Gambar 2.13 Rantai makanan pada ekosistem sawah

Ekosistem sawah merupakan salah satu ekosistem buatan manusia yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat. Tumbuh-tumbuhan yang dikembangkan pada ekosistem sawah umumnya merupakan produk-produk pertanian, seperti padi. Namun, pada kenyataannya padi bukan hanya sumber makanan pokok bagi manusia, tetapi juga bagi makhluk hidup lainnya. Akibatnya, terjadi aliran energi dan materi dari padi ke beberapa makhluk hidup lainnya yang mengakibatkan menurunnya jumlah sumber makanan pokok manusia. Salah satu contoh makhluk hidup pemakan padi pada ekosistem sawah adalah serangga.

Banyaknya serangga yang mencari makanan pada ekosistem sawah mengundang kehadiran katak pemangsa serangga. Akibatnya, para petani juga harus berhadapan dengan katak yang banyak berada di sawah. Hal ini tentu akan mengganggu aktivitas pertanian masyarakat. Oleh karena itu, petani melakukan banyak upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut.

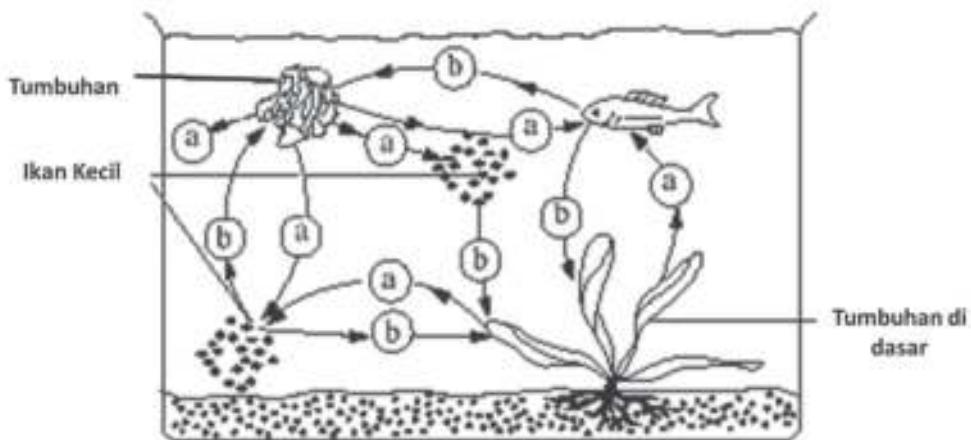
Berdasarkan uraian di atas, jawablah pertanyaan berikut dengan benar.

1. Jika para petani melakukan pemberantasan serangga, apa yang akan terjadi pada populasi padi dan katak? Jelaskan.

2. Apa saja yang mungkin memengaruhi keseimbangan ekosistem sawah tersebut? Coba identifikasikanlah 5 komponen abiotik yang ada.
3. Apa yang akan terjadi jika produsen pada ekosistem sawah tersebut habis karena suatu bencana alam, misalnya terjadi banjir?
4. Mengapa (padi, serangga, katak, ular, dan elang) dapat hidup di satu tempat yang sama, yaitu ekosistem sawah? Jelaskan jawabanmu berdasarkan Gambar 2.13.
5. Apabila pada ekosistem sawah tersebut tidak ada ular, coba jawab hal-hal yang akan terjadi berikut ini.
    a. Apa yang akan terjadi dengan populasi katak pada ekosistem sawah tersebut?
    b. Apa yang akan terjadi pada populasi elang pada ekosistem sawah tersebut?
    c. Apa dampak yang ditimbulkan pada aktivitas pertanian yang dilakukan oleh para petani pada eksosistem sawah tersebut?
6. Perhatikan gambar berikut!

Sumber: http://www.rofaeducationcentre.com

Sebuah pabrik terletak berdekatan dengan sungai yang mengalir melalui perumahan. Pabrik ini beroperasi setiap hari. Penduduk perumahan yang terletak di sebelah timur sungai sering mengalami permasalahan iritasi pada mata mereka, sedangkan penduduk sebelah barat tidak mengalaminya. Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Jelaskan.

7. Gambar di bawah ini memperlihatkan contoh saling ketergantungan yang terjadi pada organisme perairan. Sepanjang hari, organisme-organisme tersebut memberi atau memanfaatkan (a) atau (b) seperti dalam gambar.

Apakah gambar (a) dan (b) diatas dapat mewakili saling ketergantungan organisme? Jelaskan.

Bab 3

Pencemaran Lingkungan

Sumber: Biologi, 2010

Istilah-istilah Penting

Pencemaran, Air, Udara, Tanah, Lingkungan, Polutan, Tercemar, Ekosistem, Limbah, Limbah Rumah Tangga, Limbah Industri, dan Limbah Pertanian.

Manusia mempunyai keinginan untuk meningkatkan kesejahteraan hidup. Bagaimana caranya? Di antaranya dengan mendirikan pabrik-pabrik yang dapat mengolah hasil alam menjadi bahan pangan dan sandang. Pesatnya kemajuan teknologi dan industrialisasi berpengaruh terhadap kualitas lingkungan. Munculnya pabrik-pabrik yang menghasilkan asap dan limbah buangan dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan.

Ayo Kita Pelajari

- Pencemaran air
- Pencemaran udara
- Pencemaran tanah

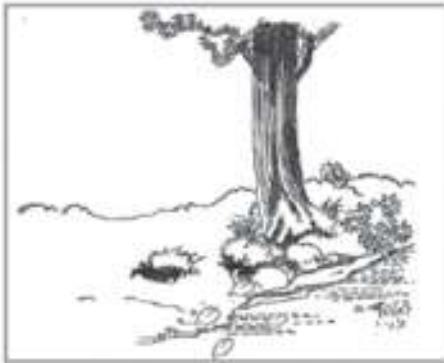
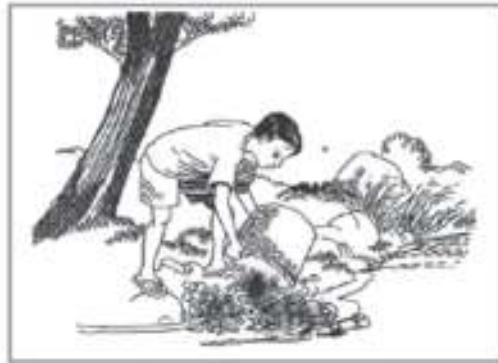
Mengapa Penting?

- Untuk mengetahui dan menjelaskan jenis-jenis pencemaran, sumber pencemar, dampaknya dan juga bagaimana cara mengatasi atau mengurangi pencemaran.

Ayo Amati

Gambar di bawah ini menunjukkan beberapa hal yang terjadi di lingkungan kita. Gambaran tentang apakah itu? Coba pikirkan.

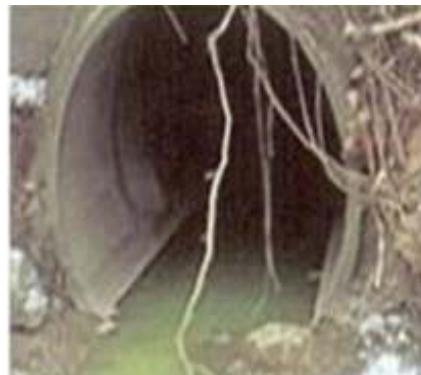
Sumber: Biologi, 2010

Terjadinya perubahan lingkungan akan memengaruhi keberadaan atau kelangsungan makhluk hidup yang ada di dalamnya. Makhluk hidup pada suatu lingkungan selalu tergantung antara satu dengan yang lain. Oleh karena itu, apabila ada salah satu komponen yang berubah, maka akan menyebabkan perubahan pada makhluk hidup lain yang tidak mampu beradaptasi dengan perubahan yang terjadi. Coba perhatikan kedua gambar berikut.

Sumber: Depdiknas, 2009
Gambar 3.1 Daun yang jatuh ke sungai

Sumber: Depdiknas, 2009
Gambar 3.2 Seseorang yang membuang sampah ke sungai

Apa perbedaan dari kedua gambar tersebut? Coba carilah perbedaan mengenai akibat yang ditimbulkan dari dua kejadian tersebut. Pada Gambar 3.1, beberapa daun jatuh dari pohon ke sungai. Daun-daun tersebut akan terbawa air sungai dan tidak menyebabkan bau dan air tetap jernih. Akan tetapi, pada Gambar 3.2 sampah-sampah yang dibuang ke sungai akan menghambat arus sungai dan dapat menyebabkan bau yang tidak sedap dan menyebabkan air menjadi keruh. Hal ini akan memengaruhi kehidupan makhluk hidup yang berada di sungai.

A. Definisi Pencemaran

Berikan contoh lain mengenai terganggunya keseimbangan lingkungan karena aktivitas manusia.

Keinginan manusia untuk meningkatkan kesejahteraan hidup, akan memaksanya mendirikan pabrik-pabrik yang dapat mengolah hasil alam menjadi bahan pangan dan sandang. Dengan pesatnya kemajuan teknologi dan industrialisasi, akan berpengaruh terhadap kualitas lingkungan. Munculnya pabrik-pabrik yang menghasilkan asap dan limbah buangannya mengakibatkan pencemaran lingkungan di sekitarnya.

Sumber: www.wikipedia.org
Gambar 3.3 Limbah Pabrik

Pencemaran lingkungan merupakan satu dari beberapa faktor yang dapat memengaruhi kualitas lingkungan. Pencemaran lingkungan (*environmental pollution*) merupakan segala sesuatu baik berupa bahan-bahan fisika maupun kimia yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem. Menurut UU RI Nomor 23 Tahun 1997, pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Jadi, pencemaran lingkungan terjadi akibat dari kumpulan kegiatan manusia (*populasi*) dan bukan dari kegiatan perorangan (*individu*). Selain itu, pencemaran dapat diakibatkan oleh faktor alam, contoh gunung meletus yang menimbulkan abu vulkanik. Seperti meletusnya Gunung Merapi.

Sumber: Encarta Encylpoedia, 2005
Gambar 3.4 Gunung meletus

Di lingkungan terdapat faktor abiotik dan biotik yang menyusunnya. Keseimbangan lingkungan hanya dapat terwujud apabila ada keselarasan antara faktor abiotik dan faktor biotik

Zat yang dapat mencemari lingkungan dan dapat mengganggu kelangsungan hidup makhluk hidup disebut polutan. Polutan ini dapat berupa zat kimia, debu, suara, radiasi, atau panas yang masuk ke dalam lingkungan.

Kapan suatu zat dapat dikatakan sebagai polutan?

1) kadarnya melebihi batas kadar normal atau diambang batas;
2) berada pada waktu yang tidak tepat;
3) berada pada tempat yang tidak semestinya.

Manusia tidak dapat mencegah pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh faktor alam. Tetapi manusia, hanya dapat mengendalikan pencemaran yang diakibatkan oleh faktor kegiatannya sendiri. Seperti limbah rumah tangga, industri, zat-zat kimia berbahaya, tumpahan minyak, asap hasil pembakaran hutan dan minyak bumi serta limbah nuklir. Untuk memahami tentang pencemaran, lakukan kegiatan berikut.

Ayo Kita Lakukan

Kegiatan 3.1 Mengetahui tentang pencemaran lingkungan

1. Siapkanlah air dari selokan depan sekolahmu sebanyak 100 mL, air dari sumur sekolah 100 mL, dan air mineral 100 mL.
2. Siapkan kertas lakmus merah dan kertas lakmus biru sebanyak masing-masing 3 lembar.
3. Siapkan tiga buah gelas kimia berukuran 250 mL, dan berikanlah label pada gelas masing–masing dengan tabel A, B, dan C.
4. Masukkan air selokan ke dalam gelas kimia berlabel A, air sumur ke dalam gelas kimia berlabel B, dan air mineral pada gelas berlabel C.
5. Periksalah keasaman dari masing-masing air dengan menggunakan kertas lakmus merah dan kertas lakmus biru. Amati warna kertas lakmus sebelum dimasukkan dan sesudah dimasukkan pada gelas kimia. Diskusikan hasilnya dengan temanmu dalam kelompok.

B. Pencemaran Air

Dalam kehidupan sehari-hari, makhluk hidup selalu membutuhkan air, termasuk manusia. Kita sangat membutuhkan air bersih untuk berbagai kegiatan, antara lain minum, mandi, mencuci, memasak, dan sebagainya. Salah satu ciri air bersih adalah tidak tercemar. Bagaimana air dikatakan tercemar? Air dikatakan tercemar apabila air itu sudah berubah, baik warna, bau, maupun rasanya. Sesuai dengan hasil kegiatanmu, air yang tercemar memiliki keasaman yang berbeda dengan air yang tidak tercemar.

Sumber: Geografi SMP, 2005
Gambar 3.5 Mencari air bersih

Pencemaran air, yaitu masuknya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air. Akibatnya, kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Pencemaran air merupakan kondisi air yang menyimpang dari sifat-sifat air dari keadaan normal. Kualitas air menentukan kehidupan di perairan laut ataupun sungai. Apabila perairan tercemar, maka keseimbangan ekosistem di dalamnya juga akan terganggu. Air dapat tercemar oleh komponen-komponen anorganik, di antaranya berbagai logam berat yang berbahaya. Komponen-komponen logam berat ini berasal dari kegiatan industri. Kegiatan industri yang melibatkan penggunaan logam berat, antara lain industri tekstil, pelapisaan logam, cat/tinta warna, percetakan, bahan agrokimia, dan lain-lain. Beberapa logam berat ternyata telah mencemari air di negara kita, melebihi batas yang berbahaya bagi kehidupan (Wisnu,1995).

1. Faktor Penyebab Pencemaran Air

Pencemaran air dapat terjadi pada sumber mata air, sumur, sungai, rawa-rawa, danau, dan laut. Bahan pencemaran air dapat berasal dari limbah industri, limbah rumah tangga, dan limbah pertanian.

a. Limbah Industri

Air limbah industri cenderung mengandung zat berbahaya. Oleh karena itu, kita harus mencegahnya agar tidak membuang air limbah industri ke saluran umum. Kegiatan industri selain menghasilkan produk utama (bahan jadi), juga menghasilkan produk sampingan yang tidak terpakai, yaitu limbah. Jenis limbah yang berasal dari industri dapat berupa limbah organik yang bau seperti limbah pabrik tekstil atau limbah pabrik kertas. Selain itu, limbah anorganik berupa cairan panas, berbuih dan berwarna, serta mengandung asam belerang, berbau menyengat. Seperti limbah pabrik baja, limbah pabrik emas, limbah pabrik cat, limbah pabrik pupuk organik, limbah pabrik farmasi, dan lain-lain. Jika limbah industri tersebut dibuang ke saluran air atau sungai, akan menimbulkan pencemaran air dan merusak atau memusnahkan organisme di dalam ekosistem tersebut.

Limbah industri yang berupa logam berat sering dialirkan ke sungai, sehingga sungai menjadi tercemar. Jenis-jenis logam berat adalah raksa, timbal, dan kadmium di mana ketiganya sangat berbahaya bagi manusia apabila mengonsumsinya. Misalnya, pencemaran raksa yang terjadi di Minamata, Jepang. Para nelayan di sekitar teluk Minamata memakan ikan yang tercemar raksa. Akibatnya, mereka mengalami kerusakan saraf yang disebut penyakit Minamata. Lebih dari delapan puluh orang yang meninggal akibat penyakit ini.

b. Limbah Rumah Tangga

Sumber: Biologi, 2010
Gambar 3.6 Sampah rumah tangga

Coba perhatikan kegiatan yang terjadi di dalam rumah tangga, pasar, perkantoran, rumah makan, penginapan, dan sebagainya. Kegiatan-kegiatan di tempat tersebut akan menghasilkan sampah/limbah yang dinamakan limbah rumah tangga. Limbah rumah tangga merupakan limbah yang berasal dari hasil samping kegiatan perumahan. Seperti limbah rumah tangga, pasar, perkantoran, rumah penginapan (hotel), rumah makan, dan puing-puing bahan bangunan serta besi-besi tua bekas mesin-mesin atau kendaraan. Limbah rumah tangga dapat berasal dari bahan organik, anorganik, maupun bahan berbahaya dan beracun. Limbah organik adalah limbah seperti kulit buah sayuran, sisa makanan, kertas, kayu, daun dan berbagai bahan yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme. Limbah yang berasal dari bahan anorganik, antara lain besi, aluminium, plastik, kaca, kaleng bekas cat, dan minyak wangi.

Di perairan, sampah mengalami proses penguraian oleh mikroorganisme. Akibat penguraian tersebut, kandungan oksigen dalam perairan juga menurun. Menurunnya kandungan oksigen dalam perairan akan merugikan kehidupan biota di dalamnya.

c. Limbah Pertanian

Sumber: www.wikipedia.org
Gambar 3.7 *Blooming algae*

Air limbah pertanian sebenarnya tidak menimbulkan dampak negatif pada lingkungan. Namun dengan digunakannya fertilizer sebagai pestisida yang kadang-kadang dilakukan secara berlebihan, sering menimbulkan dampak negatif pada keseimbangan ekosistem air. Pada sektor pertanian juga dapat terjadi pencemaran air. Terutama akibat dari penggunaan pupuk dan bahan kimia pertanian tertentu, seperti insektisida dan herbisida.

Limbah bahan berbahaya dan beracun, antara lain timbul akibat adanya kegiatan pertanian. Kegiatan pertanian biasanya menggunakan obat-obatan pembasmi hama penyakit seperti pestisida, misalnya insektisida. Selain itu, kegiatan pertanian menggunakan pupuk, misalnya urea. Penggunaan pupuk yang berlebihan juga dapat menyebabkan suburnya ekosistem di perairan kolam, sungai, waduk, atau danau. Pupuk yang tidak terserap ke tumbuhan akan terbuang menuju perairan. Akibatnya, terjadi *blooming algae* atau tumbuh suburnya ganggang di atas permukaan air. Tanaman ganggang ini dapat menutupi seluruh permukaan air, sehingga mengurangi kadar sinar matahari yang masuk ke dalam perairan tersebut. Akibatnya, proses fotosintesis *fitoplankton* terganggu dan kadar oksigen yang terlarut dalam air menurun sehingga merugikan makhluk hidup lain yang berada di dalamnya.

2. Dampak Pencemaran Air

Air limbah yang tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan dampak yang tidak menguntungkan bagi lingkungan, seperti hal-hal berikut.

a. Penurunan Kualitas Lingkungan

Pembuangan bahan tercemar secara langsung ke dalam perairan dapat menyebabkan terjadinya pencemaran pada perairan tersebut. Misalnya, pembuangan limbah organik dapat menyebabkan peningkatan mikroorganisme atau kesuburan tanaman air, sehingga menghambat masuknya cahaya matahari ke dalam air. Hal ini menyebabkan berkurangnya kandungan oksigen terlarut dalam air, sehingga mengganggu keseimbangan ekosistem di dalamnya.

b. Gangguan Kesehatan

Air limbah yang tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan berbagai penyakit. Tidak menutup kemungkinan di dalam air limbah tersebut mengandung virus dan bakteri yang menyebabkan penyakit. Air limbah juga bisa digunakan sebagai sarang nyamuk dan lalat yang dapat membawa (vektor) penyakit tertentu. Berikut dijabarkan beberapa penyakit yang disebabkan oleh pencemaran air.

Tabel 3.1 Hasil pengamatan lingkungan.

No.	Penyebab	Penyakit
1.	Virus	
	- Rota virus	Diare pada anak
	- Virus hepatitis A	Hepatitis A
	- Virus poliomyelitis	Poliomyelitis

No.	Penyebab	Penyakit
2.	Bakteri - *Vibrio cholerae* - *E. coli* - *Salmonella typhi* - *Salmonella paratyphi* - *Shigella dysenteriae*	 Kolera Diare atau disentri Tifus abdominale Paratifus Disentri
3.	Protozoa - *Entamoeba histolytica* - *Balantidia coli* - *Giardia lamblia*	 Disentri amoeba Balantidiasis Giardiasis
4.	Metazoa - *Ascaris lumbricoides* - *Clonorchis sinensis* - *Diphyllobotrhium latum* - *Taenia saginata/solium* - *Schistosoma*	 Ascariasis Clonorchiasis Dyphylobothriasis Taeniasis Schistosomiasis

Sumber : Kesehatan Lingkungan, 2005

c. Pemekatan Hayati

Coba kamu pikirkan apabila suatu perairan tercemar oleh bahan beracun. Bahan beracun itu dapat meresap ke dalam tubuh alga, atau mikroorganisme lainnya. Selanjutnya, hewan-hewan kecil (zooplankton) akan memakan alga tersebut, kemudian zooplankton akan dimakan oleh ikan ikan kecil dan ikan besar akan memakan ikan yang kecil. Apabila ikan-ikan besar tersebut ditangkap oleh manusia dan dimakan, maka bahan beracun tersebut akan masuk ke dalam tubuh manusia. Zooplankton yang makan alga tidak hanya satu, tetapi banyak sel alga. Dengan demikian, zooplankton tersebut sudah mengandung bahan beracun yang banyak. Demikian juga halnya dengan ikan kecil yang memakan zooplankton, dan ikan besar akan memakan ikan kecil tidak hanya satu. Makin banyak memakan ikan-ikan kecil, maka makin banyak bahan pencemar yang masuk ke tubuh ikan besar. Bagaimana dengan tubuh manusia jika sering makan ikan yang beracun tersebut?

d. Mengganggu Pemandangan

Kadang-kadang air limbah mengandung polutan yang tidak mengganggu kesehatan dan ekosistem, tetapi mengganggu pemandangan kota. Meskipun air yang tercemar tidak menimbulkan bau, perubahan warna air mengganggu pandangan mata kita. Hal ini tentu mengganggu kenyamanan dan keasrian kota.

e. Mempercepat Proses Kerusakan Benda

Ada sebagian air limbah yang mengandung zat yang dapat diubah oleh bakteri *anaerob* menjadi gas yang dapat merusak seperti H_2S. Gas ini dapat mempercepat proses perkaratan pada besi. Agar terhindar dari hal-hal di atas, sebaiknya sebelum dibuang, air limbah harus diolah terlebih dahulu dan memenuhi ketentuan Baku Mutu Air Limbah.

Ayo Kita Lakukan

Kegiatan 3.2 Mengetahui dampak pencemaran air

1. Siapkanlah tiga buah gelas bekas air mineral yang ukurannya sama (200 mL).
2. Berilah label pada masing-masing gelas dengan menuliskan A, B, dan C.
3. Isilah masing-masing gelas dengan air mineral sebanyak 150 mL (mengukur air dengan menggunakan gelas ukur). Kalau tidak ada gelas ukur, isilah dengan jumlah yang sama banyak.
4. Siapkanlah tiga ekor ikan kecil sejenis yang ukuran besarnya sama (kamu dapat menggunakan ikan kecil apapun yang ukurannya sama yang ada di daerahmu).
5. Siapkanlah detergen dan sendok kecil atau untuk lebih detail kamu dapat menggunakan timbangan digital untuk mengukur jumlah detergennya.
6. Ambillah satu sendok kecil detergen, lalu masukkan ke dalam gelas B.
7. Lakukanlah hal yang sama dengan ukuran dua kalinya (dua sendok kecil) detergen dan masukkan ke dalam gelas C.
8. Gelas A tidak ditambahkan detergen.
9. Setelah semuanya siap, ambillah ikan kecil yang kamu siapkan, dan masukkan ke dalam gelas masing-masing satu ekor.
10. Amatilah apa yang terjadi pada ikan (kondisi) pada periode waktu tertentu. Catatlah semua hasil pengamatanmu.

Laporkan hasil kegiatanmu. Presentasikan di depan kelas.

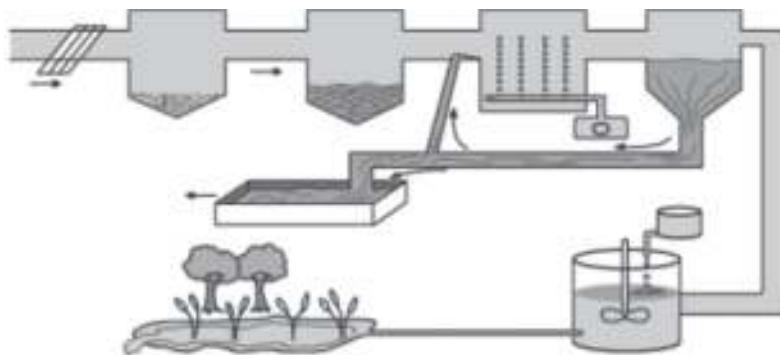
3. Cara Penanggulangan Pencemaran Air

Pengolahan limbah bertujuan untuk menetralkan air dari bahan-bahan tersuspensi dan terapung, menguraikan bahan *organik biodegradable* (yakni bahan organik yang dapat terurai oleh aktivitas makhluk hidup), meminimalkan bakteri patogen, serta memerhatikan estetika dan lingkungan. Pengolahan air limbah dapat dilakukan sebagai berikut (Sulistyorini, 2009).

a. Pembuatan Kolam Stabilisasi

Dalam kolam stabilisasi, air limbah diolah secara alamiah untuk menetralisasi zat-zat pencemar sebelum air limbah dialirkan ke sungai. Kolam stabilisasi yang umum digunakan adalah kolam *anaerobik*, kolam *fakultatif* (pengolahan air limbah yang tercemar bahan organik pekat), dan kolam *maturasi* (pemusnahan mikroorganisme patogen). Kolam *stabilisasi* ini dapat digunakan oleh semua kalangan karena mudah memilikinya dan murah harganya.

b. IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah)

Pengolahan air limbah ini menggunakan alat-alat khusus. Pengolahan ini dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu *primary treatment* (pengolahan pertama), *secondary treatment* (pengolahan kedua), dan *tertiary treatment* (pengolahan lanjutan). *Primary treatment* merupakan pengolahan pertama yang bertujuan untuk memisahkan zat padat dan zat cair dengan menggunakan filter (saringan) dan bak sedimentasi. *Secondary treatment* merupakan pengolahan kedua yang bertujuan untuk mengoagulasikan, menghilangkan koloid, dan menstabilisasikan zat organik dalam limbah. *Tertiary treatment* merupakan lanjutan dari pengolahan kedua, yaitu penghilangan nutrisi atau unsur hara, khususnya nitrat dan fosfat, serta penambahan klor untuk memusnahkan mikroorganisme patogen.

Sumber: Kesehatan Lingkungan, 2005
Gambar 3.8. Instalasi pengolahan air limbah

c. Pengelolaan Excreta

Excreta banyak terkandung dalam air limbah rumah tangga. *Excreta* banyak mengandung bakteri patogen penyebab penyakit. Jika tidak dikelola dengan baik, *excreta* dapat menimbulkan berbagai penyakit. Pengelolaan *excreta* dapat dilakukan dengan menampung dan mengolahnya pada jamban atau *septictank* yang ada di sekitar tempat tinggal, dialirkan ke tempat pengelolaan, atau dilakukan secara kolektif.

Untuk mencegah meresapnya air limbah *excreta* ke sumur atau resapan air, jamban yang dibuat harus sehat. Syaratnya, tidak mengotori permukaan tanah, permukaan air dan air tanah di sekitarnya, tidak menimbulkan bau, sederhana, jauh dari jangkauan serangga (lalat, nyamuk, atau kecoa), murah, dan diterima oleh pemakainya. Pengelolaan *excreta* dalam *septictank* dapat diolah secara anaerobik menjadi biogas yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber gas untuk rumah tangga. Selain itu, pengelolaan *excreta* dengan tepat akan menjauhkan kita dari penyakit bawaan air.

Dalam meminimalisasi sampah hasil limbah rumah tangga khususnya, dapat dilakukan upaya pengurangan sampah. Hal ini sebagaimana disebutkan oleh Kistinnah (2009) bahwa cara menangani limbah cair dan padat diharapkan tidak menyebabkan polusi dengan prinsip ekologi yang dikenal dengan istilah 4R, yaitu *recycle*, *reuse*, *reduce*, dan *repair*.

1) *Recycle* (Pendaurulangan)

Proses *recycle* misalnya untuk sampah yang dapat terurai dijadikan kompos. Kompos ini dipadukan dengan pemeliharaan cacing tanah, sehingga dapat diperoleh hasil yang baik. Cacing tanah dapat menyuburkan tanah dan kompos digunakan untuk pupuk.

2) *Reuse* (Penggunaan Ulang)

Proses *reuse* dilakukan untuk sampah yang tidak dapat terurai dan dapat dimanfaatkan ulang. Misalnya botol bekas sirop dapat digunakan lagi untuk menyimpan air minum.

3) *Reduce*

Reduce adalah melakukan pengurangan bahan/penghematan. Contohnya jika akan berbelanja ke pasar atau supermarket, sebaiknya dari rumah membawa tas. Janganlah meminta tas plastik dari toko atau supermarket kalau akhirnya hanya dibuang saja.

4) *Repair*

Repair artinya melakukan pemeliharaan. Contohnya membuang sampah tidak sembarangan, terutama tidak membuang sampah di perairan.

Ayo Pikirkan

Pencemaran air sudah sangat memprihatinkan, sehingga membutuhkan peran serta semua pihak untuk mengatasi dan mengurangi pencemaran tersebut. Coba pikirkanlah.

Bagaimana kamu membantu mengatasi dan mengurangi pencemaran air?

C. Pencemaran Udara

Sumber: www.pestaola.gr
Gambar 3.9. Polusi udara dari asap pabrik

Udara adalah salah satu faktor abiotik yang memengaruhi kehidupan komponen *biotik* (makhluk hidup). Udara mengandung senyawa-senyawa dalam bentuk gas, di antaranya mengandung gas yang amat penting bagi kehidupan, yaitu oksigen. Dalam atmosfer bumi terkandung sekitar 20% oksigen yang dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup yang ada di dalamnya. Oksigen berperan dalam pembakaran senyawa karbohidrat di dalam tubuh organisme melalui pernapasan. Reaksi pembakaran tidak hanya terjadi di dalam tubuh, namun kita pun sering melakukannya, seperti pembakaran sampah atau lainnya.

Hasil samping dari pembakaran adalah senyawa karbon (CO_2 dan CO) yang akan dibuang ke udara. Meningkatnya populasi makhluk hidup, maka proses pembakaran pun semakin meningkat. Dengan demikian, konsentrasi senyawa karbon di udara meningkat. Karbon dioksida amat penting bagi proses pembuatan makanan (fotosintesis) bagi tumbuhan. Dengan demikian, peningkatan senyawa karbon di udara dapat teratasi. Namun, dengan meningkatnya populasi manusia menyebabkan kebutuhan akan tempat tinggal meningkat. Hal ini membuat pembukaan ladang atau hutan untuk pemenuhan permintaan tempat tinggal

ini. Belum lagi kasus *illegal loging* (penebangan liar) yang membuat populasi tumbuhan berkurang. Padahal hasil dari pembentukan makanan melalui fotosintesis menghasilkan oksigen yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Dengan demikian mulai terjadi kasus tentang pencemaran udara. Pencemaran udara didefinisikan sebagai suatu kondisi dimana udara mengandung senyawa-senyawa kimia atau substansi fisik maupun biologi dalam jumlah yang memberikan dampak buruk bagi kesehatan manusia, hewan, ataupun tumbuhan, serta merusak keindahan alam serta kenyamanan, atau merusak barang-barang perkakas (*properti*).

1. Macam-macam Pencemaran Udara

a. Pencemaran Udara Primer

Pencemaran udara ini disebabkan langsung dari sumber pencemar. Contohnya peningkatan kadar karbon dioksida yang disebabkan oleh aktivitas pembakaran oleh manusia.

b. Pencemaran Udara Sekunder

Berbeda dengan pencemaran udara primer, pencemaran udara sekunder terjadi disebabkan oleh reaksi antara substansi-substansi pencemar udara primer yang terjadi di atmosfer. Misalnya, pembentukan ozon yang terjadi dari reaksi kimia partikel-partikel yang mengandung oksigen di udara.

2. Faktor Penyebab Pencemaran Udara

Beberapa kegiatan baik dari alam ataupun manusia menghasilkan senyawa-senyawa gas yang membuat udara tercemar. Berikut ini adalah penyebab pencemaran udara.

a. Aktivitas Alam

Aktivitas alam dapat menimbulkan pencemaran udara di atmosfer. Kotoran-kotoran yang dihasilkan oleh hewan ternak mengandung senyawa metana yang dapat meningkatkan suhu bumi dan akibatnya terjadi pemanasan global. Proses yang serupa terjadi pada siklus nitrogen di atmosfer.

Selain itu, bencana alam seperti meletusnya gunung berapi dapat menghasilkan abu vulkanik yang mencemari udara sekitar yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan tanaman. Kebakaran hutan yang terjadi akan menghasilkan karbon dioksida dalam jumlah banyak yang dapat mencemari udara dan berbahaya bagi kesehatan hewan dan manusia.

b. Aktivitas manusia

Kegiatan-kegiatan manusia kini kian tak terkendali, kemajuan industri dan teknologi membawa sisi negatif bagi lingkungan. Mengapa? Karena tidak ditangani dengan baik. Berikut ini merupakan pencemaran yang diakibatkan oleh aktivitas manusia.

1) Pembakaran sampah.
2) Asap-asap industri.
3) Asap kendaraan.
4) Asap rokok.
5) Senyawa-kimia buangan seperti CFC, dan lain-lain.

3. Dampak Pencemaran Udara

Pencemaran udara mengakibatkan kerugian bagi banyak organisme penghuni bumi. Dampak yang ditimbulkan dari pencemaran udara antara lain bagi kesehatan, tumbuhan, efek rumah kaca, dan rusaknya lapisan ozon.

a. Kesehatan

Terbukti bahwa kualitas udara yang menurun akibat pencemaran menimbulkan berbagai penyakit. ISPA (infeksi saluran pernapasan) adalah salah satunya. Saluran pernapasan merupakan gerbang masuknya udara ke dalam tubuh. Udara yang kotor membawa senyawa-senyawa yang tidak baik bagi kesehatan. Tentu saja, pengendapan-pengendapan logam yang terlarut pada udara dapat mengendap di paru-paru dan dapat menimbulkan iritasi. Akibat yang lebih serius dari polusi udara adalah emfisema, yaitu gejala kesulitan pengangkutan oksigen. Kadar karbon monoksida yang terlalu banyak di udara (lebih banyak dari oksigen) dapat menghambat pengikatan oksigen di dalam tubuh. Oleh karena itu tubuh akan kekurangan oksigen, sehingga sesak napas, terjadi pusing, dan berlanjut pada kematian apabila tidak ditangani dengan baik.

b. Bagi Tumbuhan

Abu vulkanik dari meletusnya gunung berapi membuat udara tercemar dan memicu terpicunya hujan asam. Hujan asam mengandung senyawa sulfur yang bersifat asam. Kondisi asam ini dapat mematikan tanaman setempat. Oleh karena itu kita sering menemui begitu banyak tanaman dan pohon yang rusak akibat hujan asam atau abu vulkanik.

c. Efek Rumah Kaca

Konsentrasi karbon dioksida dan karbon monoksida yang tinggi di atmosfer akan memicu terjadinya efek rumah kaca, yakni peningkatan suhu bumi. CO dan CO_2 akan membentuk semacam lapisan yang akan menahan panas bumi keluar, sehingga panas yang ditimbulkan bumi akan terkungkung di dalam seperti pada rumah kaca.

d. Rusaknya Lapisan Ozon

CFC merupakan senyawa yang sering digunakan dalam produk-produk pendingin (*freezer*, AC) dan aerosol. Ketika CFC terurai di atmosfer, maka akan memicu reaksi dengan oksigen penyusun ozon. Dengan demikian, ozon akan terurai yang menyebabkan lapisan ozon berlubang. Padahal lapisan ozon berfungsi sebagai pelindung Bumi dari panas yang dipancarkan oleh Matahari. Sinar UV yang dihasilkan oleh Matahari dapat memicu kanker, dengan adanya ozon, masuknya sinar UV ini akan diredam sehingga dampak yang ditimbulkan lebih sedikit. Sayangnya, pemanasan global yang kini terjadi salah satunya diakibatkan oleh rusaknya lapisan ozon. Pada saat ini CFC untuk pendingin dan aerosol telah diganti dengan bahan lain yang ramah lingkungan.

D. Pencemaran Tanah

Ketika suatu zat berbahaya atau beracun telah mencemari permukaan tanah, maka pasti dapat menguap, tersapu air hujan, dan atau masuk ke dalam tanah. Pencemaran yang masuk ke dalam tanah kemudian mengendap sebagai zat kimia

Sumber: http//pencemarantanah.com
Gambar 7. Contoh pencemaran tanah

beracun di tanah. Zat beracun di tanah tersebut dapat berdampak langsung pada kehidupan manusia, ketika bersentuhan atau dapat mencemari air tanah dan udara di atasnya.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa pencemaran tanah adalah suatu keadaan dimana bahan kimia buatan manusia masuk dan mengubah lingkungan tanah alami. Pencemaran ini biasanya terjadi karena kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial; penggunaan pestisida; masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan subpermukaan; kecelakaan kendaraan pengangkut minyak, zat kimia, atau limbah; air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (*illegal dumping*).

1. Faktor Penyebab Pencemaran Tanah

Tidak jauh berbeda dengaa pencemaran air dan udara, pencemaran tanah juga banyak sekali penyebabnya. Penyebab tersebut di antaranya limbah domestik, limbah industri, dan limbah pertanian.

a. Limbah Domestik

Limbah domestik dapat berasal dari daerah seperti pemukiman penduduk (pedagang, tempat usaha, hotel dan lain-lain); kelembagaan (kantor-kantor pemerintahan dan swasta); serta tempat-tempat wisata. Limbah domestik tersebut dapat berupa limbah padat dan cair. Adapun perbedaan limbah padat dan cair, yaitu sebagai berikut.

Limbah padat dapat berupa senyawa anorganik yang tidak dapat dimusnahkan atau diuraikan oleh mikroorganisme. Seperti plastik, serat, keramik, kaleng-kaleng dan bekas bahan bangunan yang menyebabkan tanah menjadi kurang subur.

Limbah cair dapat berupa tinja (feses), detergen, oli, cat. Jika meresap kedalam tanah akan merusak kandungan air tanah bahkan dapat membunuh mikroorganisme di dalam tanah.

Kedua limbah tersebut (padat dan cair) mempunyai dampak buruk bagi tanah, hingga akhirnya dapat mengganggu kelangsungan hidup makhluk hidup tanpa kecuali kehidupan manusia itu sendiri. Apalagi untuk limbah padat yang merupakan bahan pencemar yang akan tetap utuh hingga 300 tahun yang akan datang. Bungkus plastik yang dibuang ke lingkungan akan tetap ada dan mungkin akan ditemukan oleh anak cucu kita setelah ratusan tahun kemudian.

Sampah anorganik tidak *terbiodegradasi*. Hal ini yang menyebabkan lapisan tanah tidak dapat ditembus oleh akar tanaman dan tidak tembus air, sehingga peresapan air dan mineral yang dapat menyuburkan tanah hilang dan jumlah mikroorganisme di dalam tanahpun akan berkurang. Akibatnya, tanaman sulit tumbuh bahkan akan mati karena tidak memperoleh makanan untuk tumbuh dan berkembang.

Sumber: Buku Mari Belajar IPA
Gambar 3.11. Sampah menumpuk merupakan pencemaran daratan

b. Limbah Industri

Limbah Industri berasal dari sisa-sisa produksi industri. Limbah industri juga dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu limbah padat dan limbah cair.

Limbah industri berupa limbah padat yang merupakan hasil buangan industri berupa padatan, lumpur, dan bubur yang berasal dari proses pengolahan. Misalnya sisa pengolahan pabrik gula, *pulp*, kertas, rayon, *plywood*, serta pengawetan buah, ikan, daging, dan lain-lain.

Limbah industri berupa limbah cair yang merupakan hasil pengolahan dalam suatu proses produksi. Misalnya sisa-sisa pengolahan industri pelapisan logam dan industri kimia lainnya. Tembaga, timbal, perak, khrom, arsen, dan boron adalah zat-zat yang dihasilkan dari proses industri pelapisan logam seperti Hg, Zn, Pb, dan Cd dapat mencemari tanah.

Hg, Zn, Pb, dan Cd merupakan zat yang sangat beracun terhadap mikroorganisme. Jika meresap ke dalam tanah akan mengakibatkan kematian bagi mikroorganisme yang memiliki fungsi sangat penting terhadap kesuburan tanah.

c. Limbah Pertanian

Indonesia dikenal sebagai negara agraris yang sebagian besar penduduknya bermatapencarian sebagai petani. Akan tetapi, karena ketidaktahuan, tidak sedikit petani yang menggunakan pupuk sintetik melebihi ketentuan, atau caranya tidak tepat. Akibatnya, limbah pertanian yang berupa sisa-sisa pupuk sintetik untuk menyuburkan tanah atau tanaman tanah tercemar. Misalnya, pupuk urea dan pestisida untuk pemberantas hama tanaman. Penggunaan pupuk yang terus menerus dalam pertanian akan merusak struktur tanah. Akibatnya, kesuburan tanah berkurang dan tidak dapat ditanami jenis tanaman tertentu karena hara tanah semakin berkurang. Penggunaan pestisida bukan saja mematikan hama tanaman, tetapi juga mikroorganisme yang berguna di dalam tanah. Padahal kesuburan tanah tergantung pada jumlah organisme di dalamnya. Selain itu, penggunaan pestisida yang terus menerus akan mengakibatkan hama tanaman kebal terhadap pestisida tersebut

2. Dampak Pencemaran Tanah

Semua pencemaran pasti akan merugikan makhluk hidup terutama manusia. Dampak pencemaran tanah terhadap kesehatan tergantung pada tipe polutan, jalur masuk ke dalam tubuh, dan kerentanan populasi yang terkena. Contohnya saja kromium berbagai macam pestisida dan herbisida merupakan bahan karsinogenik untuk semua populasi. Timbal sangat berbahaya pada anak-anak, karena dapat menyebabkan kerusakan otak, serta kerusakan ginjal pada seluruh populasi. Raksa dan siklodiena dapat menyebabkan kerusakan ginjal, beberapa bahkan tidak dapat diobati. PCB dan siklodiena akan mengakibatkan kerusakan pada hati ditandai seperti keracunan. Organofosfat dan karmabat dapat menyebabkan gangguan pada saraf otot. Berbagai pelarut yang mengandung klorin merangsang perubahan pada hati dan ginjal serta penurunan sistem saraf pusat. Ada beberapa macam dampak kesehatan yang tampak seperti sakit kepala, pusing, letih, iritasi mata, dan ruam kulit untuk paparan kimia yang telah disebutkan di atas. Pada dosis yang besar, pencemaran tanah dapat menyebabkan kematian.

Selain kesehatan manusia yang terganggu, pencemaran tanah juga dapat memberikan dampak terhadap ekosistem. Perubahan kimiawi tanah yang radikal dapat timbul dari adanya bahan kimia beracun dan berbahaya bahkan pada dosis yang rendah sekalipun. Perubahan ini dapat menyebabkan perubahan metabolisme dari mikroorganisme endemik dan Arthropoda yang hidup di lingkungan tanah tersebut. Akibatnya, perubahan ini dapat memusnahkan beberapa spesies primer dari rantai makanan, dapat memberi akibat yang besar terhadap predator atau tingkatan lain dari rantai makanan tersebut. Bahkan jika efek kimia pada bentuk kehidupan tersebut rendah, maka bagian bawah piramida makanan dapat menelan bahan kimia asing yang lama-kelamaan akan terkonsentrasi pada makhluk-makhluk penghuni piramida atas. Banyak dari efek-efek ini terlihat pada saat ini, seperti konsentrasi DDT pada burung menyebabkan rapuhnya cangkang telur, meningkatnya tingkat kematian anakan, dan kemungkinan hilangnya spesies tersebut.

Dampak pada pertanian terutama perubahan metabolisme tanaman yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan hasil pertanian. Hal ini dapat menyebabkan dampak lanjutan pada konservasi tanaman di mana tanaman tidak mampu menahan lapisan tanah dari erosi. Beberapa bahan pencemar ini memiliki waktu paruh yang panjang dan pada kasus lain bahan-bahan kimia derivatif akan terbentuk dari bahan pencemar tanah utama.

3. Cara Penanggulangan Pencemaran Tanah

Berikut ini ada dua cara utama yang dapat dilakukan apabila tanah sudah tercemar, yaitu *remediasi* dan *bioremediasi*.

Remediasi

Remediasi adalah kegiatan untuk membersihkan permukaan tanah yang tercemar. Ada dua jenis remediasi tanah, yaitu in-situ (atau *on-site*) dan ex-situ (atau *off-site*).

Pembersihan *on-site* adalah pembersihan di lokasi. Pembersihan ini lebih murah dan lebih mudah. Pembersihan ini terdiri atas *venting* (injeksi), dan *bioremediasi*.

Pembersihan *off-site* meliputi penggalian tanah yang tercemar dan kemudian dibawa ke daerah yang aman. Setelah itu di daerah aman, tanah tersebut dibersihkan dari zat pencemar. Caranya adalah, tanah tersebut disimpan di bak atau tanki yang kedap, kemudian zat pembersih dipompakan ke bak/tangki tersebut. Selanjutnya, zat pencemar dipompakan keluar dari bak yang kemudian diolah dengan instalasi pengolah air limbah. Pembersihan *off-site* ini jauh lebih mahal dan rumit.

Bioremediasi

Bioremediasi adalah proses pembersihan pencemaran tanah dengan menggunakan mikroorganisme (jamur, bakteri). Bioremediasi bertujuan untuk memecah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun (karbon dioksida dan air).

Salah satu mikroorganisme yang berfungsi sebagai bioremediasi adalah jamur *vesikular arbuskular mikoriza (vam)*. Jamur vam dapat berperan langsung maupun tidak langsung dalam remediasi tanah. Jamur tersebut dapat berperan langsung karena kemampuannya menyerap unsur logam dari dalam tanah. Jamur tersebut tidak dapat berperan langsung karena menstimulir pertumbuhan mikroorganisme bioremediasi lain, seperti bakteri tertentu, jamur, dan sebagainya.

Bab 4

Pemanasan Global

Sumber:

Istilah-istilah Penting

Efek Rumah Kaca, Perubahan Iklim, Pemanasan Global, Atmosfer

Pernahkah kamu mengamati perubahan musim yang terjadi akhir-akhir ini? Dalam pelajaran IPS, kamu ketahui bahwa bulan Mei hingga September di Indonesia berlangsung musim kemarau dan bulan Oktober hingga April berlangsung musim penghujan. Akan tetapi, beberapa tahun terakhir ini, perubahan musim di negara kita tidak dapat diprediksi lagi, terkadang bulan Mei di Indonesia masih turun hujan dan di bulan November di Indonesia masih berlangsung musim kemarau. Adapun yang lebih menakjubkan lagi peristiwa tersebut tidak dapat diprediksikannya musim ini tidak hanya terjadi di Indonesia saja, akan tetapi terjadi juga di negara-negara lain di dunia. Pernahkah kalian mendengar berita turunnya salju di Arab? Berita munculnya Matahari, ketika musim salju di Tiongkok? Mengapa hal ini dapat terjadi? Apakah yang akan terjadi pada Bumi kita?

Ternyata, peristiwa tersebut berkaitan erat dengan perubahan iklim di dunia. Perubahan iklim tersebut terjadi karena adanya perubahan lingkungan. Tidak dapat dipungkiri lagi bahwa perubahan lingkungan terjadi sebagai akibat dari aktivitas manusia. Maha Besar Tuhan yang telah menciptakan alam dengan keseimbangannya. Oleh karena itu, marilah belajar dengan sungguh-sungguh serta berusaha untuk melestarikan alam sebagai wujud ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa agar kelak menjadi manusia yang cerdas dan peduli terhadap semua ciptaan Tuhan.

Ayo Amati

Mengamati

Perhatikan Gambar 4.1 yang terdapat di halaman 70.

Menanya

Adakah perbedaan suhu dari kedua Gambar 4.1 pada halaman 70 tersebut?

Menalar

Apa yang dapat kamu simpulkan dari gambar tersebut?

Untuk lebih jelas, mari lakukan kegiatan berikut.

Untuk memahami hal tersebut di atas, buatlah pemodelan tentang efek rumah kaca.

Pemodelan Efek Rumah Kaca

1. Buatlah kelompok kerja bersama temanmu sebanyak 4 orang siswa.
2. Siapkanlah alat dan bahan sebagai berikut.

Alat dan Bahan	Jumlah
Stoples kaca	2 buah
Termometer	2 buah
Handuk yang direndam dengan air hangat selama 3 menit	2 buah
Stopwatch	1 buah
Plastik	secukupnya
Karet gelang	secukupnya

Peringatan

Hati-hati ketika memegang termometer.
Apabila termometer patah atau pecah, jangan menyentuhnya.
Mintalah gurumu untuk menanganinya.

3. Lakukan langkah-langkah berikut.
   a. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
   b. Berikan label pada masing-masing stoples, yaitu A dan B.
   c. Masukkan handuk yang telah direndam dengan air hangat selama 3 menit ke stoples A dan stoples B.

Sumber: Buku Mari Belajar IPA
Gambar 4.1. Pemodelan efek rumah kaca

   d. Masukkan termometer ke dalam kedua stoples tersebut. (Pastikan temperatur awal pada termometer adalah sama).
   e. Tutuplah stoples A dengan plastik, kemudian ikat dengan karet gelang hingga rapat.
   f. Letakkan stoples A dan stoples B di bawah sinar Matahari atau lampu.

g. Pastikan bahwa kedua stoples tersebut menerima energi panas yang sama.

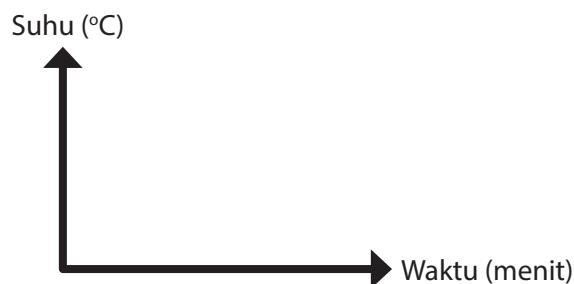
h. Catatlah suhu pada kedua stoples setiap 3 menit sekali, selama 15 menit.

i. Buatlah tabel seperti Tabel 4.1. Masukkan hasil pengamatanmu. Kerjakan di buku tugasmu.

j. Setelah 15 menit, jauhkan kedua stoples tersebut dari energi panas dan amati apa yang terjadi.

Tabel 4.1 Hasil pengamatan pemodelan efek rumah kaca

No.	Waktu (menit)	Temperatur (°C)	
		Stoples A	Stoples B
1.	3		
2.	6		
3.	9		
4.	12		
5.	15		

4. Dari data yang diperoleh buatlah grafik hubungan waktu dan suhu pada stoples A dan stoples B.

5. Gunakanlah pensil warna yang berbeda untuk menggambar diagram garis pada kedua hasil pengamatan (stoples A dan stoples B).

Diskusikan

1. Termometer pada stoples manakah yang menunjukkan suhu lebih tinggi selama percobaan berlangsung? Mengapa demikian? Jelaskan.
2. Apakah yang terjadi ketika kedua stoples tersebut dijauhkan dari sumber energi panas? Jelaskan.
3. Coba kaitkan percobaan yang telah kalian lakukan dengan prinsip kerja gas-gas rumah kaca.

Simpulkan

Kesimpulan apakah yang dapat dibuat apabila ruang di dalam stoples tersebut dianalogikan sebagai Bumi?

A. Efek Rumah Kaca

Hasil percobaan yang telah kamu lakukan menunjukkan adanya perbedaan suhu antara stoples yang dibiarkan terbuka dengan stoples yang ditutup dengan plastik diikat dengan karet gelang. Ruang dalam stoples dianalogikan sebagai Bumi dan tutup plastik dianalogikan sebagai gas-gas rumah kaca.

Di atmosfer Bumi terdapat banyak gas-gas rumah kaca alami. Siklus air, karbon dioksida (CO_2), dan metana adalah beberapa bagian penting yang ada di dalamnya. Tanpa adanya

Ayo Kita Pelajari

- Efek rumah kaca
- Pemanasan global
- Penyebab pemanasan global
- Usaha-usaha untuk menanggulangi pemanasan global

Mengapa Penting?

- Untuk mengetahui pengertian efek rumah kaca dan pemanasan global
- Untuk mengetahui dan menjelaskan penyebab pemanasan global dan usaha-usaha untuk menanggulangi pemanasan global

gas-gas rumah kaca tersebut, kehidupan di Bumi tidak akan terjadi. Seperti halnya planet Mars, Bumi juga akan menjadi sangat dingin apabila tidak terdapat gas-gas rumah kaca di atmosfernya. Sebaliknya, jika jumlah gas-gas rumah kaca terus bertambah di atmosfer, maka suhu Bumi akan terus meningkat. Coba pikirkan, manakah yang akan kamu pilih?

Meskipun CO_2, siklus air, dan gas-gas rumah kaca lainnya di atmosfer adalah transparan untuk radiasi cahaya Matahari, namun gas-gas tersebut masih mampu menangkap dan menyerap radiasi cahaya yang memancar ke Bumi dalam jumlah banyak. Radiasi yang terserap sebagian juga akan direfleksikan kembali oleh Bumi. Pada keadaan normal, jumlah radiasi panas yang diserap dengan yang direfleksikan kembali sama.

Saat ini semakin tingginya polusi udara menyebabkan efek rumah kaca berubah. Sering kita dengarkan istilah efek rumah kaca, sebenarnya apakah efek rumah kaca tersebut? Efek rumah kaca adalah proses pemanasan alami yang terjadi ketika gas-gas rumah kaca di atmosfer Bumi memerangkap radiasi panas dari Bumi.

Prosesnya, yaitu ketika radiasi sinar Matahari mengenai permukaan Bumi, maka akan menyebabkan Bumi menjadi panas. Radiasi panas Bumi akan dipancarkan lagi ke atmosfer. Panas yang kembali dipantulkan oleh Bumi terhalang oleh polutan udara sehingga terperangkap dan dipantulkan kembali ke Bumi. Proses ini akan menahan beberapa panas yang terperangkap kemudian menyebabkan suhu Bumi meningkat. Akibatnya, Bumi tetap menjadi hangat dan suhunya semakin meningkat.

Efek rumah kaca adalah proses pemanasan alami yang terjadi ketika gas-gas tertentu di atmosfer Bumi memerangkap panas.

Gas rumah kaca tersebut membiarkan cahaya Matahari masuk ke dalam Bumi, akan tetapi gas tersebut memantulkannya kembali ke permukaan Bumi. Dengan demikian, kondisi di Bumi tetap hangat. Seperti halnya rumah yang dinding-dindingnya terbuat dari kaca. Sebagai gambarannya, lihatlah Gambar 4.2 berikut ini.

Sumber: https://truthmove.org
Gambar 4.2 The Greenhouse effect (Efek dari rumah kaca)

Para ilmuwan telah mempelajari efek rumah kaca sejak tahun 1824. **Joseph Fourier** menyatakan bahwa Bumi akan jauh lebih dingin jika tidak memiliki atmosfer. Adanya gas-gas rumah kaca inilah yang membuat iklim Bumi layak huni. Tanpa adanya efek rumah kaca, permukaan Bumi akan berubah sekitar 60°F atau 15,6 °C lebih dingin.

B. Pengertian Pemanasan Global

Pemanasan global adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan peningkatan suhu rata-rata atmosfer Bumi dan lautan secara bertahap, serta sebuah perubahan yang diyakini secara permanen mengubah iklim Bumi

Aktivitas manusia selalu menghasilkan berbagai zat sisa buangan yang salah satunya berupa gas. Sebagian besar orang berpikir bahwa atmosfer dapat menyerap gas-gas buangan tersebut secara tidak terbatas dan

tidak menimbulkan dampak buruk bagi kehidupan. Akan tetapi, saat ini diketahui bahwa banyaknya gas-gas buangan tersebut dapat menyebabkan perubahan mendasar di atmosfer dan juga kondisi kehidupan di Bumi.

Berbagai aktivitas manusia seperti penggunaan bahan bakar fosil, penebangan dan pembakaran hutan untuk pengalihfungsian menjadi lahan pertanian, pemukiman dan industri akan menyumbangkan CO_2 ke atmosfer dalam jumlah yang banyak. Lebih dari beberapa periode, CO_2 di atmosfer meningkat sekitar 20%. Meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca seperi CO_2 akan memengaruhi kadar panas di Bumi. Banyak dari radiasi Matahari yang menyinari permukaan Bumi, kemudian direfleksikan kembali ke angkasa.

Meningkatnya kadar CO_2 di atmosfer selama 150 tahun terakhir membuat para ilmuwan prihatin karena hal tersebut berkaitan erat dengan meningkatnya suhu global. Lebih dari satu abad, ilmuwan telah mempelajari bagaimana gas-gas rumah kaca menghangatkan Bumi dan bagaimana pembakaran bahan bakar fosil berkontribusi terhadap pemanasan suhu Bumi. Sebagian besar ilmuwan meyakini bahwa pemanasan global telah dimulai dan akan meningkat cepat di abad ini.

Sumber: https://segitiga8.files.wordpress.com
Gambar 4.3 Ilustrasi pemanasan global

Lebih dari 100 tahun yang lalu, temperatur rata-rata suhu di permukaan Bumi meningkat sekitar 0,6°C. Peningkatan temperatur inilah yang disebut dengan pemanasan global. Pemanasan global adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan peningkatan suhu rata-rata atmosfer Bumi dan lautan secara bertahap, serta sebuah perubahan yang diyakini secara permanen mengubah iklim Bumi.

C. Penyebab Pemanasan Global

Segala bentuk aktivitas manusia selalu berdampak bagi lingkungan, baik itu membawa dampak positif ataupun dampak negatif. Begitu pula dengan kondisi atmosfer Bumi saat ini yang mengalami perubahan akibat aktivitas manusia. Pembakaran bahan bakar fosil dan penebangan hutan dapat meningkatkan kadar CO_2 di atmosfer. Dikarenakan CO_2 adalah salah satu gas rumah kaca, maka meningkatnya kadar CO_2 di atmosfer akan berkontribusi terjadinya pemanasan global. Oleh karena itu, setiap tahun kadar CO_2 di atmosfer terus menerus meningkat.

Sumber: http://scottsteffens.blogspot.co.id
Gambar 4.4 Penyebab terjadinya pemanasan global

Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya pemanasan global di antaranya, adalah sebagai berikut

1) Emisi CO_2 yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil sebagai pembangkit tenaga listrik.
2) Emisi CO_2 yang berasal dari pembakaran gasoline sebagai bahan bakar alat transportasi.
3) Emisi metana dari hewan, lahan pertanian, dan dari dasar laut Arktik.
4) Deforestation (penebangan liar) yang disertai dengan pembakaran lahan hutan.
5) Penggunaan chlorofluorocarbons (CFCs) dalam refrigator (pendingin).
6) Meningkatnya penggunaan pupuk kimia dalam pertanian.

D. Dampak Pemanasan Global

Seperti yang telah dinyatakan sebelumnya bahwa aktivitas manusia telah mengubah kealamian dari gas rumah kaca di atmosfer. Konsekuensi dari perubahan gas rumah kaca di atmosfer sulit diprediksi, tetapi beberapa dampak yang telah nampak, yaitu sebagai berikut.

1) Temperatur Bumi menjadi semakin tinggi, di beberapa wilayah mungkin temperaturnya menjadi lebih tinggi dan di wilayah lainnya mungkin tidak.

2) Tingginya temperatur Bumi dapat menyebabkan lebih banyak penguapan dan curah hujan secara keseluruhan, tetapi masing-masing wilayah akan bervariasi, beberapa menjadi basah dan bagian lainnya kering.

3) Mencairnya glasier yang menyebabkan kadar air laut meningkat. Begitu pula dengan daratan pantai yang landai, lama-kelamaan akan mengalami peningkatan akibat penggenangan air.

Sumber: http://environment.nationalgeographic.com/
Gambar 4.5 Melelehnya es akibat pemanasan global

4) Hilangnya terumbu karang. Sebuah laporan tentang terumbu karang yang dinyatakan bahwa dalam kondisi terburuk, populasi karang akan hilang pada tahun 2100 karena meningkatnya suhu dan pengasaman laut. Sebagaimana diketahui bahwa banyak spesies lain yang hidupnya bergantung pada terumbu karang.

Sumber: http://planetsave.com
Gambar 4.6 Kepunahan spesies yang semakin meluas

5) Kepunahan spesies yang semakin meluas. Menurut penelitian yang dipublikasikan dalam majalah Nature, peningkatan suhu dapat menyebabkan kepunahan lebih dari satu juta spesies. Sampai saat ini hilangnya spesies semakin meluas dan daftar spesies yang terancam punah terus berkembang dan bertambah.

6) Kegagalan panen besar-besaran. Menurut penelitian terbaru, terdapat 90% kemungkinan bahwa 3 miliar orang di seluruh dunia harus memilih antara pergi bersama keluarganya ke tempat yang beriklim baik atau kelaparan akibat perubahan iklim dalam kurun waktu 100 tahun.

7) Penipisan lapisan ozon. Lapisan ozon adalah salah satu lapisan atmosfer yang berada di dalam lapisan stratosfer, yaitu sekitar 17-25 km di atas permukaan Bumi. Lapisan inilah yang melindungi Bumi dari bahaya radiasi sinar ultra violet (UV). Berdasarkan pengamatan satelit, diketahui bahwa lapisan ozon secara berangsur-angsur mengalami penipisan sejak pertengahan tahun 1970.

E. Usaha-usaha Menanggulangi Pemanasan Global

Penyebab terbesar pemanasan global adalah karbon dioksida (CO_2) yang dilepaskan ketika bahan bakar fosil seperti minyak dan batu bara yang dibakar untuk menghasilkan energi. Besarnya penggunaan bahan bakar fosil untuk aktivitas manusia akan menyumbangkan peningkatan CO_2 di udara.

Kerusakan lapisan ozon adalah salah satu contoh dampak dari aktivitas manusia yang mengganggu keseimbangan ekosistem dan biosfer. Kondisi tingginya gas polutan di udara menyebabkan terjadinya pemanasan global.

Beberapa usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pemanasan global, di antaranya sebagai berikut.

1) Menggunakan energi terbarukan dan mengurangi penggunaan batu bara, gasoline, kayu, dan bahan bakar organik lainnya.
2) Meningkatkan efisiensi bahan bakar kendaraan.
3) Mengurangi *deforestation*.
4) Mengurangi penggunaan produk-produk yang mengandung *chloro-fluorocarbons* (CFCs) dengan menggunakan produk-produk yang ramah lingkungan.
5) Mendukung dan turut serta pada kegiatan penghijauan.

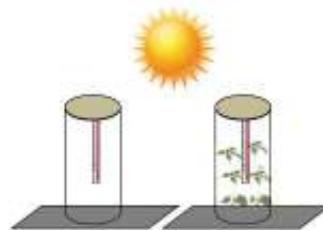
Penelitian dari *Louisiana Tech University* menemukan bahwa setiap pepohonan hijau dapat menangkap karbon yang cukup untuk mengimbangi emisi yang dihasilkan dari gas buang pengendara mobil selama setahun. Untuk lebih mudah memahami pengaruh tanaman terhadap suhu Bumi, lakukanlah kegiatan berikut.

Ayo Kita Lakukan

Perhatikan gambar di samping.

Adakah perbedaan suhu dari kedua Gambar 4.7 tersebut?

Apa yang dapat kamu simpulkan dari Gambar 4.7 tersebut?.

Untuk lebih jelas mari kita lakukan kegiatan berikut ini.

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 4.7 Percobaan pengaruh tanaman terhadap suhu Bumi

Kegiatan 4.1 Memahami Pengaruh Tanaman terhadap Suhu Bumi

1. Buatlah kelompok kerja dengan temanmu untuk melakukan kegiatan observasi di bawah ini. Setiap kelompok terdiri atas 4 orang siswa.
2. Siapkanlah alat dan bahan sebagai berikut.

Alat dan Bahan	Jumlah
Tabung plastik dengan diameter 20 cm	2 buah
Termometer	2 buah
Stopwatch	1 buah
Tanaman kacang hijau	5 buah

Peringatan

Hati-hati ketika memegang termometer. Apabila termometer patah, jangan menyentuhnya. Mintalah gurumu untuk menanganinya dengan aman.

3. Lakukan langkah-langkah berikut.
   a. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
   b. Berikan label pada masing-masing tabung, yaitu Tabung A dan Tabung B.
   c. Masukkan termometer pada Tabung A.
   d. Masukkan kelima tanaman kacang hijau ke dalam Tabung B dan kemudian masukkan termometer pada Tabung B. Pastikan suhu awal dari kedua termometer tersebut adalah sama dan masing-masing ujung reservoirnya tidak menyentuh tanah.
   e. Letakkan kedua tabung plastik di bawah sinar Matahari.
   f. Catatlah suhu pada kedua tabung setiap 3 menit selama 15 menit.
   g. Masukkan hasil pengamatanmu pada Tabel 4.2, tetapi buat di buku tugasmu.

Tabel 4.2 Hasil pengamatan pengaruh tanaman terhadap suhu bumi

No.	Waktu (menit)	Temperatur (°C)	
		Tabung A	Tabung B
1.	3		
2.	6		

3.	9		
4.	12		
5.	15		

a. Adakah perbedaan dari kedua tabung tersebut setelah dipanaskan selama 15 menit? Jelaskan jawabanmu.

b. Termometer pada tabung manakah yang menunjukkan suhu lebih tinggi selama percobaan berlangsung? Mengapa demikian? Jelaskan jawabanmu.

Simpulkan

Kesimpulan apa yang dapat dibuat, apabila ruang di dalam tabung tersebut dianalogikan sebagai Bumi?

Mengomunikasikan

Presentasikan hasil percobaan yang telah kamu lakukan di depan kelas secara bergantian.

INFO ILMUWAN

Ilmuwan yang mendasari efek rumah kaca dan pemanasan global ada banyak sekali. Untuk itu mari kita kenali beberapa di antara mereka.

- **Jean-Baptiste Joseph Fourier (1768-1830).** Fourier menyatakan bahwa Bumi akan jauh lebih dingin apabila tidak diselubungi oleh atmosfer. Adanya gas-gas rumah kaca inilah yang membuat iklim Bumi layak huni. Tanpa adanya efek rumah kaca, permukaan Bumi akan berubah sekitar 60^{o}F lebih dingin.
- **John Tyndall (1820-1893),** berhasil menemukan bahwa beberapa gas dapat memblokir radiasi inframerah. Dia menyatakan bahwa perubahan konsentrasi gas dapat menyebabkan perubahan iklim.
- **Svante Arrhenius (1859-1927)** telah menerbitkan perhitungan pertama terkait pemanasan global yang berasal dari CO_2 yang dihasilkan oleh manusia.

RANGKUMAN

1. Efek rumah kaca adalah proses pemanasan alami yang terjadi ketika gas-gas tertentu di atmosfer Bumi memerangkap panas.
2. Pemanasan global adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan peningkatan suhu rata-rata atmosfer Bumi dan lautan secara bertahap, serta sebuah perubahan yang diyakini secara permanen mengubah iklim Bumi.
3. Faktor yang menyebabkan pemanasan global di antaranya emisi CO_2, emisi metana, *deforestation* dan pembakaran lahan hutan, penggunaan *chlorofluorocarbons* (CFCs), dan meningkatnya penggunaan pupuk kimia dalam pertanian.
4. Dampak pemanasan global yang telah nampak, di antaranya temperatur Bumi menjadi semakin tinggi, penguapan dan curah hujan yang tidak menentu, mencairnya glasier yang menyebabkan volume air laut meningkat, hilangnya terumbu karang, kepunahan spesies yang semakin meluas, kegagalan panen besar-besaran, dan penipisan lapisan ozon.
5. Usaha-usaha untuk menanggulangi pemanasan global, di antaranya menggunakan energi terbarukan, meningkatkan efisiensi bahan bakar kendaraan, mengurangi *deforestation*, mengurangi penggunaan *chlorofluorocarbons* (CFCs), mendukung dan turut serta pada kegiatan penghijauan.

UJI KOMPETENSI

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar.

1. Jelaskan pengertian efek rumah kaca dan pemanasan global.
2. Sebutkan gas-gas pemicu terjadinya pemanasan global.
3. Perhatikan pernyataan berikut.
   a. Penggundulan hutan.
   b. Penghematan listrik.
   c. Peternakan.
   d. Pembakaran hutan.
   e. Penggunaan produk elektronik yang ramah lingkungan.

Dari pernyataan-pernyataan tersebut, klasifikasikanlah pernyataan yang merupakan penyebab pemanasan global.

4. Dampak apakah yang ditimbulkan dari penggunaan AC dan lemari es?
5. Jelaskan sistem kerja gas rumah kaca dalam menjaga kestabilan temperatur Bumi.
6. Jelaskan dampak yang akan terjadi apabila tidak terdapat gas rumah kaca di atmosfer Bumi.
7. Sebutkan dampak apabila kadar gas rumah kaca di atmosfer Bumi semakin meningkat.
8. Atmosfer Bumi mempunyai efek yang sama dengan rumah kaca, sehingga muncul istilah efek rumah kaca. Bumi memanas seperti rumah kaca, tetapi tidak benar-benar rumah kaca. Jelaskan perbedaan sistem atmosfer Bumi dengan rumah kaca.
9. Mengapa pemanasan global dapat menyebabkan kepunahan spesies? Jelaskan.
10. Mengapa penggunaan pupuk kimia dalam pertanian dapat memicu terjadinya pemanasan global? Jelaskan.

TUGAS PROJEK

Bersama kelompokmu, buatlah poster yang berisi gagasan penanggulangan pemanasan global. Setiap kelompok harus memiliki gagasan yang berbeda. Buatlah sebaik mungkin dan persentasikan di depan kelas pada pertemuan berikutnya.

Bab

5

Lapisan Bumi

Sumber: nasa.gov

Istilah-Istilah Penting

Atmosfer, Litosfer, Hidrosfer, Troposfer, Stratosfer, Mesosfer, Termosfer, Eksosfer, Kriosfer, Biosfer

Bumi merupakan planet ketiga dalam sistem galaksi Bima Sakti. Berdasarkan gambar yang diambil dari teleskop Hubble yang diluncurkan *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), Bumi memiliki bentuk bulat seperti bola. Seperti yang kita ketahui, bahwa sebuah bola hanya memiliki selimut yang menyelubungi permukaan saja, sedangkan bagian dalamnya kosong. Namun, apakah planet kita juga kosong di bagian dalamnya seperti bola? Untuk memahami hal ini, coba lakukan kegiatan berikut.

Sumber: nasa.gov
Gambar 5.1. Penampakan Bumi

Mari Melakukan Kegiatan

Ambillah sebuah telur rebus, bawang merah, dan pisau. Kemudian belah telur rebus dan bawang merah secara membujur/vertikal menggunakan pisau.

Peringatan: Gunakan pisau secara hati-hati agar tidak melukai diri sendiri maupun orang lain.

Lapisan apa saja yang terdapat pada telur dan bawang merah tersebut? Coba amati.

Bagaimana hasil pengamatan dari kegiatanmu di atas? Dari kegiatan di atas dapat kamu ketahui bahwa telur dan bawang merah tersusun atas berbagai lapisan. Telur memiliki lapisan yang tersusun atas cangkang atau kulit di bagian luar hingga kuning telur di bagian paling dalam. Bawang merah terdiri atas lapisan-lapisan umbi. Bagaimanakah dengan Bumi yang kita tinggali? Apakah juga terdiri atas lapisan-lapisan tertentu? Untuk memahami hal ini, lakukanlah kegiatan berikut.

Ayo Berdiskusi

Lakukanlah kajian pustaka dan diskusi tentang lapisan-lapisan Bumi dengan temanmu. Apakah Bumi terdiri atas lapisan-lapisan tertentu atau tidak? Berikan pendapatmu. Sertakan pula fakta-fakta yang mendukung pendapat yang kamu ajukan.

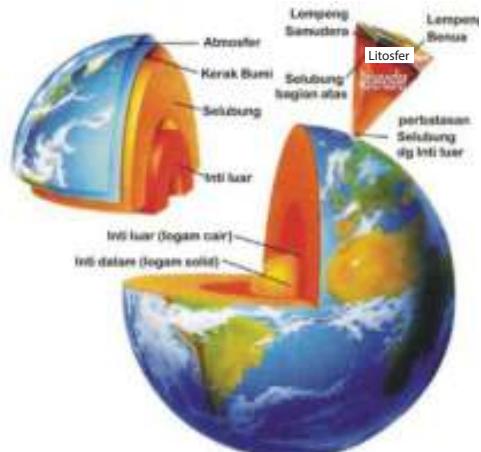
Hingga saat ini, Bumi merupakan satu-satunya planet dalam galaksi Bima Sakti yang diketahui mampu menunjang kehidupan. Hal ini disebabkan komponen-komponen pendukung kehidupan tersedia di Bumi, mulai dari air, udara, dan tanah yang merupakan tempat tumbuhnya berbagai tanaman untuk mendukung kehidupan, hal ini termasuk berbagai mineral dan hasil tambang yang dapat dieksplorasi. Beberapa mineral seperti emas, besi, batu bara, dan beberapa mineral lain dieksplorasi dengan menggali hingga kedalaman tertentu. Misalnya, Tambang emas milik PT. Freeport di Papua memiliki kedalaman hingga 1.785 meter. Kedalaman tambang batu bara bervariasi mulai 100-350 meter. Berdasarkan fakta tersebut, kamu dapat mengetahui bahwa pada kedalaman tertentu Bumi memiliki penyusun yang berbeda. Pada bagian dalam Bumi juga tersusun dari sebuah cairan. Untuk mengetahui hal tersebut, amatilah video atau gambar gunung meletus.

Sumber: satuharapan.com
Gambar 5.2 Tambang PT. Freeport

Mengamati Melalui Youtube

Akseslah sebuah video melalui youtube tentang fenomena gunung meletus. Berdasarkan video tersebut, identifikasi lah material-material yang dikeluarkan saat terjadi letusan gunung berapi tersebut.

Salah satu material yang dimuntahkan saat terjadi letusan gunung berapi adalah lava, yakni magma dari dalam Bumi yang keluar ke permukaan. Berdasarkan fakta tersebut dapat diketahui bahwa jauh di dalam Bumi juga terdapat cairan berupa magma yang menjadi salah satu penyusun Bumi. Dengan demikian, dapat dijelaskan bahwa Bumi berbentuk bola yang memiliki isi di dalamnya.

Pada kegiatan sebelumnya telah kamu ketahui bahwa telur dan bawang merah terdiri atas lapisan-lapisan tertentu di dalamnya. Sama halnya dengan Bumi. Bumi memiliki lapisan-lapisan penyusun mulai dari lapisan paling dalam hingga lapisan terluar. Jika Bumi ini "dibelah", maka lapisan-lapisan penyusun Bumi akan nampak jelas seperti Gambar 5.3. Pada Gambar 5.3, Bumi tersusun atas lapisan-lapisan yang terdiri atas atmosfer sebagai lapisan terluar, kemudian ada mantel Bumi, inti luar, dan inti dalam. Bentuk dari lapisan tersebut adalah selimut bola sehingga lapisan yang lebih luar menyelimuti lapisan di dalamnya.

Sumber: Dok. Kemdikbud
Gambar 5.3 Lapisan Bumi

Secara umum Bumi terdiri atas 3 komponen utama, yakni komponen gas yang disebut atmosfer, komponen padatan yang disebut litosfer, dan komponen air yang disebut hidrosfer. Selain 3 komponen utama tersebut, Bumi juga memiliki komponen lainnya yaitu, Bumi bagian es disebut kriosfer dan bagian Bumi tempat di mana berlangsungnya kehidupan yang dinamakan biosfer.

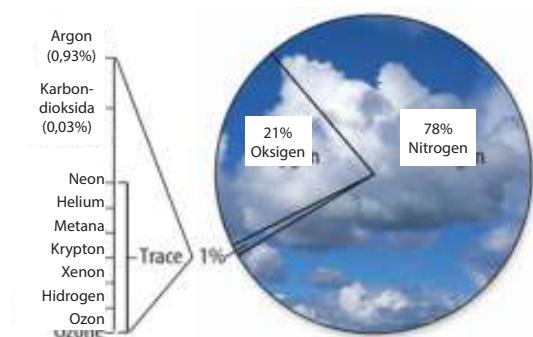
A. Atmosfer

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, diketahui Bumi adalah satu-satunya planet di Bima Sakti yang menunjang adanya kehidupan. Mengapa demikian? Seperti yang telah kamu pelajari bahwa makhluk hidup aerob memerlukan oksigen dari udara untuk bernapas. Udara adalah komponen pendukung kehidupan yang sangat penting. Udara di Bumi ini terdapat pada bagian atmosfer (*atmosphere*). Atmosfer berasal dari 2 kata yunani, yakni *atmos* yang berarti uap dan *sphaira* yang berarti lapisan. Jadi, atmosfer adalah lapisan uap yang menyelimuti Bumi.

Atmosfer Bumi terdiri atas campuran dari gas, serta sedikit cairan dan padatan yang menyelimuti Bumi mulai dari permukaan Bumi hingga luar angkasa. Komposisi atmosfer saat ini berbeda dengan komposisi atmosfer pada saat awal tetbentuknya. Atmosfer pada awalnya terbentuk dari letusan gunung berapi yang kaya nitrogen dan karbon dioksida, akan tetapi sedikit oksigen. Kemudian, organisme fotosintetik mengolah karbon dioksida menjadi oksigen dan melepaskan oksigen tersebut ke atmosfer sebagai hasil pengolahan makanan yang memanfaatkan cahaya Matahari.

Setelah terdapat oksigen di atmosfer, terbentuklah ozon (O_3). Ozon memiliki peran yang penting bagi keberlangsungan hidup organisme yang ada di Bumi. Ozon melindungi Bumi dari radiasi Matahari yang sangat berbahaya bagi organisme di Bumi. Ozon juga melindungi tumbuhan hijau, sehingga dapat berkembang dan menghasilkan lebih banyak oksigen. Saat ini, berbagai organisme yang hidup di Bumi sangat bergantung dengan banyaknya oksigen di amosfer.

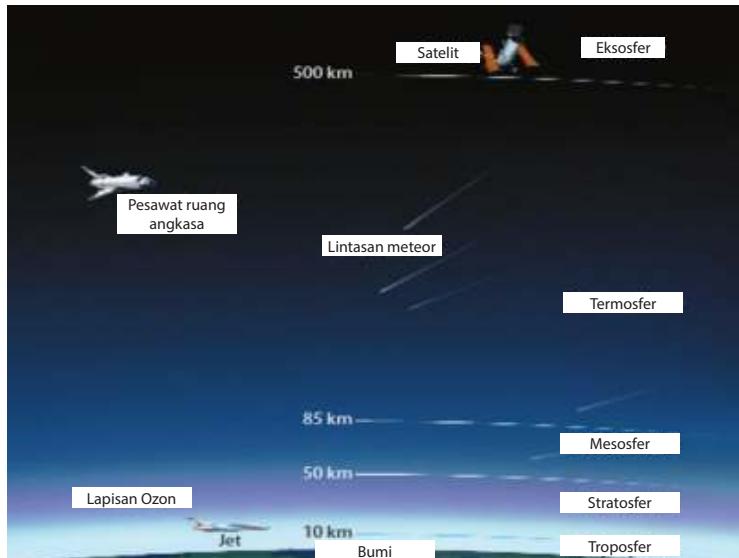
Atmosfer saat ini merupakan campuran dari beberapa gas seperti pada Gambar 5.4. Atmosfer sebagian besar tersusun atas gas nitrogen, yakni sebesar 78%. Oksigen menyusun 21% atas atmosfer. Karbon dioksida, argon, dan beberapa gas lain menyusun sebagian kecil dari atmosfer.

Seiring dengan berjalannya waktu, komposisi atmosfer berubah dalam jumlah yang kecil namun memberi dampak yang besar bagi kehidupan. Misalnya, asap kendaraan, asap pabrik, dan pembakaran bahan bakar fosil seperti minyak Bumi yang menghasilkan polusi di udara. Polutan (zat pencemar) tersebut akan bereaksi dengan oksigen dan zat kimia lainnya menghasilkan asap. Pembakaran batu bara, minyak Bumi, dan gas alam akan menghasilkan karbon dioksida. Semakin banyak penggunaan bahan bakar fosil akan meningkatkan jumlah karbon dioksida di atmosfer.

Sumber: Snyder dkk, 2005
Gambar 5.4 Komposisi gas pada atmosfer

Selain gas, pada atmosfer Bumi juga terdapat padatan dan zat cair dalam jumlah yang kecil. Salah satu padatan pada atmosfer adalah debu. Partikel debu menjadi bagian atmosfer karena terbawa angin yang berhembus di permukaan Bumi hingga ke udara. Zat cair pada atmosfer yang sering dijumpai adalah

sekumpulan tetesan air yang berbentuk awan. Awan terbentuk karena proses penguapan air di permukaan Bumi, kemudian uap air tersebut menyatu menjadi awan.

1. Lapisan Atmosfer

Ketika kamu menyeduh kopi kemudian membiarkannya sesaat, akan menemukan bahwa pada gelas tersebut terdapat 2 lapisan. Pada lapisan atas memiliki warna lebih cerah dibandingkan lapisan bawah. Layaknya secangkir kopi, atmosfer Bumi juga terdiri atas berbagai lapisan. Terdapat 5 lapisan pada atmosfer yang memiliki karakteristik yang berbeda. Berdasarkan pada Gambar 5.5, urutan lapisan atmosfer dari bawah hingga atas adalah troposfer, stratosfer, mesosfer, termosfer, dan eksosfer.

Sumber: Snyder dkk, 2005
Gambar 5.5. Lapisan atmosfer

Secara garis besar, atmosfer Bumi terbagi menjadi 2 bagian, yakni bagian bawah dan bagian atas. Bagian bawah terdiri atas troposfer dan stratosfer. Bagian atas terdiri atas mesosfer, termosfer, dan eksosfer.

a. Troposfer

Sebagian besar aktivitas makhluk hidup di Bumi, termasuk manusia yang sedang tidur, belajar, dan bermain berada pada lapisan troposfer. Troposfer merupakan lapisan atmosfer yang berada di bagian paling bawah. Ketinggian troposfer terhitung mulai dari permukaan laut (0 km) hingga 10 km di atas permukaan laut (dpl). Sebagian besar bagian troposfer berbentuk uap air dan 75% terdiri atas gas-gas atmosfer. Troposfer merupakan tempat berlangsungnya sistem Bumi, seperti hujan, angin, salju, dan awan.

Sumber: blogs.ft.com
Hujan terjadi di lapisan troposfer (a)

Sumber: wikipedia.org
Awan yang ada di troposfer (b)

Gambar 5.6 Fenomena hujan dan awan yang terjadi pada lapisan troposfer

b. Stratosfer

Sumber: nasa.gov
Gambar 5.7. Pesawat yang mengudara di stratosfer

Perhatikan pesawat yang melintas di udara. Ketika kamu memerhatikan pesawat yang melintas, pesawat tersebut terlihat terbang di atas awan. Namun sebenarnya, pesawat tersebut berada di lapisan stratosfer. Stratosfer memiliki ketinggian antara 10-50 km dpl (Gambar 5.7). Lapisan stratosfer memiliki sedikit awan, namun tidak ada aktivitas cuaca, sehingga tidak mengganggu penerbangan. Sebagian besar stratosfer terdiri atas gas ozon (O_3) yang akan lebih dibahas detail di bagian selanjutnya.

c. Mesosfer

Sumber: nationalgeographic.com
Gambar 5.8. Fenomena hujan meteor pada mesosfer

Saat melihat fenomena meteor, kamu akan menyaksikan bahwa seolah-olah meteor tersebut melintasi Bumi dan kemudian hilang. Namun yang sebenarnya terjadi adalah meteor sedang menuju Bumi. Akan tetapi meteor tersebut terbakar habis di atmosfer. Dengan demikian, terlihat seolah-olah meteor tersebut melintasi Bumi. Lapisan atmosfer yang membakar habis meteor tersebut adalah mesosfer. Lapisan mesosfer terletak pada ketinggian 50-85 km dpl. Lapisan ini menjadi lapisan pelindung Bumi dari benda-benda luar angkasa. Kebanyakan meteor yang menuju Bumi akan terbakar habis di mesosfer.

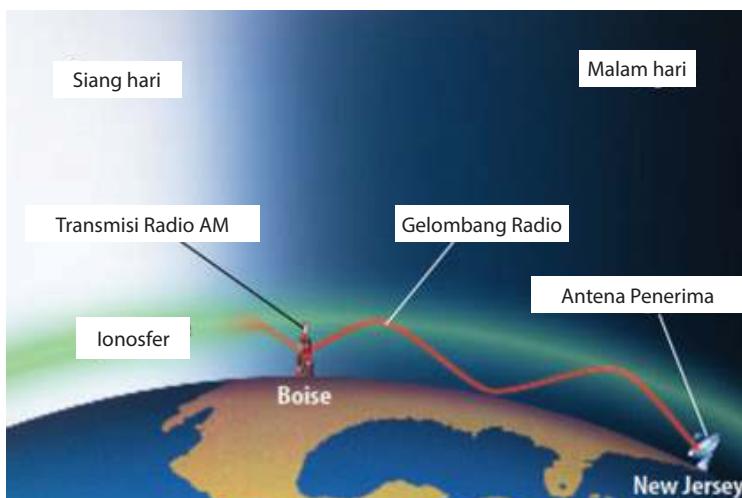
d. Termosfer

Ketika sebuah pesawat ulang-alik milik NASA bersamaan dengan peluncuran teleskop Hubble, pernahkah terpikirkan dimana teleskop Hubble tersebut berada? Apakah masih di dalam Bumi? Teleskop Hubble milik NASA mengorbit pada lapisan termosfer. Lapisan termosfer memiliki ketinggian antara 85-500 km dpl. Dinamakan termosfer karena suhu yang sangat panas yakni pada lapisan ini mencapai 1.982°C. Selain sebagai tempat mengorbitnya teleskop Hubble dan pesawat ulang-alik, termosfer juga berfungsi sebagai pelindung Bumi dari radiasi ultraviolet.

Bahan Informasi

TELESKOP HUBBLE

Sebuah teleskop luar angkasa yang diciptakan oleh Edwin Hubble pada tahun 1985. Lima tahun kemudian teleskop ini di"angkasakan" oleh NASA. Tepatnya tahun 1990. Teleskop dengan massa 11.110 kg ini mengorbit pada ketinggian 559 km. Teleskop Hubble sangat membantu perkembangan ilmu astronomi. Dengan teleskop Hubble para ilmuwan mengobservasi dan mempelajari tentang jagad raya serta objek-objek luar angkasa seperti lubang hitam (*black hole*), galaksi, bintang, dan lain-lain.

Pada mesosfer dan termosfer terdapat lapisan yang memiliki partikel ion (bermuatan) yang disebut ionosfer. Ketika kamu mendengarkan radio pada malam hari, siaran radio dari kota lain akan terdengar lebih jelas. Hal ini disebabkan karena adanya lapisan ionosfer. Pada siang hari, energi dari Matahari mengenai partikel pada ionosfer mengakibatkan partikel tersebut menyerap gelombang radio dengan frekuensi AM. Pada malam hari, tanpa energi Matahari, gelombang radio dipantulkan pada ionosfer, sehingga dapat terpancar dengan jarak yang lebih jauh seperti yang diilustrasikan pada Gambar 5.9 berikut.

Sumber: Snyder dkk, 2005
Gambar 5.9. Pemantulan gelombang radio pada ionosfer

e. Eksosfer

Sumber: http://scied.ucar.edu
Gambar 5.10. Satelit yang mengorbit Bumi pada lapisan eksosfer

Perhatikan Gambar 5.10 di samping ini. Dimanakah satelit tersebut mengorbit? Apakah masih dalam atmosfer Bumi? Satelit-satelit buatan yang mengitari Bumi tersebut masih berada dalam atmosfer Bumi, tepatnya pada lapisan eksosfer. Lapisan eksosfer terdapat pada ketinggian lebih dari 500 km dpl. Kandungan utama dari eksosfer adalah gas hidrogen. Jika kamu pernah melihat video atau film tentang penjelajahan luar angkasa, kamu akan menjumpai bahwa pesawat luar angkasa maupun satelit yang mengorbit di eksosfer tidak dapat bergerak bebas seperti pesawat yang biasa kamu lihat. Hal ini disebabkan eksosfer memiliki sedikit

molekul, sehingga gaya tekan udara sangat rendah, dan mengakibatkan sayap dari pesawat luar angkasa tidak berfungsi. Pergerakan dari satelit atau pesawat luar angkasa tersebut bergantung pada mesin pendorongnya.

2. Tekanan Udara

Perhatikan Gambar 5.11 di samping ini, yaitu permainan panjat pinang. Untuk dapat mencapai puncak pohon pinang tersebut peserta harus saling menopang dari bawah hingga ke atas seperti tampak pada gambar. Pada kondisi tersebut, siapakah yang menahan beban paling besar? Pemain yang ada di atas atau di bawah?

Sumber: kebudayaanindonesia.com
Gambar 5.11 Permainan panjat pinang

Kamu ingat bahwa salah satu sifat zat adalah memiliki massa. Gas yang terdapat di atmosfer juga memiliki massa. Atmosfer menyelubungi Bumi hingga ratusan kilometer di atas permukaan Bumi. Gravitasi Bumi akan menghasilkan gaya tarik molekul gas mengarah ke permukaan Bumi, sehingga berat molekul suatu gas akan menekan udara di bawahnya. Akibatnya, molekul udara di dekat permukaan Bumi lebih rapat. Udara yang memiliki kerapatan tinggi ini akan menghasilkan gaya tekan yang besar pula. Gaya yang diberikan pada suatu daerah disebut tekanan.

Seperti ilustrasi tentang pemain panjat pinang di atas, tekanan udara di dekat permukaan Bumi juga lebih besar. Besarnya tekanan udara akan berkurang seiring dengan

Sumber: noaa.gov
Gambar 5.12. Tekanan udara menurun seiring dengan bertambahnya ketinggian

bertambahnya ketinggian atmosfer seperti pada Gambar 5.12. Ketika kamu sedang mendaki gunung, atau berada di daerah pegunungan akan merasakan kesulitan untuk bernapas seperti biasa. Hal tersebut terjadi karena di daerah yang lebih tinggi, jumlah molekul udara termasuk oksigen semakin sedikit.

Ayo Berdiskusi

Oksigen di Pegunungan

Atmosfer menyelimuti Bumi hingga ketinggian ratusan kilometer. Akan tetapi, semakin tinggi dari permukaan Bumi, maka jumlah molekul udara semakin berkurang. Jadi, semakin tinggi semakin kecil tekanan udaranya.

Identifikasi Masalah

Gambar 5.13 di samping ini merupakan grafik hubungan antara ketinggian dengan tekanan udara. Seorang pendaki profesional melakukan pendakian di gunung Jaya Wijaya Papua yang memiliki ketinggian 4.884 meter. Beberapa bulan berselang pendaki tersebut melanjutkan pendakian ke puncak Himalaya yang memiliki ketinggian 8.884 meter. Setelah melakukan pendakian, pendaki akan bercerita bahwa semakin tinggi gunung yang didaki maka semakin sulit pula ia bernapas.

Sumber: Snyder dkk, 2005
Gambar 5.13 Grafik hubungan antara ketinggian dengan tekanan udara

Analisis Pemecahan Masalah

1. Berdasarkan grafik di atas buatlah perkiraan besarnya tekanan udara di puncak Jaya Wijaya dan puncak Himalaya.
2. Hubungkan hasil perkiraan tekanan udara dengan jumlah molekul yang ada di udara tersebut.

Sumber: Snyder, 2005

Percobaan Menghitung Massa Udara

Tujuan

1. Membuktikan bahwa udara memiliki massa.
2. Mendeskripsikan hubungan antara jumlah udara dengan massa udara.

Alat dan Bahan

1. Bola sepak
2. Pentil bola
3. Pompa
4. Neraca

Cara Kerja

1. Kosongkan udara di dalam bola dengan menggunakan pentil bola.
2. Timbang massa bola tanpa udara tersebut menggunakan neraca.
3. Catat hasil pengukuran yang diperoleh pada tabel pengamatan.
4. Pasang pentil bola pada pompa.
5. Pompa bola sebanyak 3 kali tekanan.
6. Ukur massa bola yang telah dipompa tersebut.
7. Catat hasil pengukuran yang diperoleh pada tabel pengamatan.
8. Ulangi cara kerja 4 sampai dengan 7 untuk jumlah tekanan pompa sebanyak 5 kali dan 7 kali.

Tabel Pengamatan

No	Jumlah Tekanan Pompa	Massa (gram)
1.	0 (bola kosong)	
2.	3 kali	
3.	6 kali	
4.	9 kali	

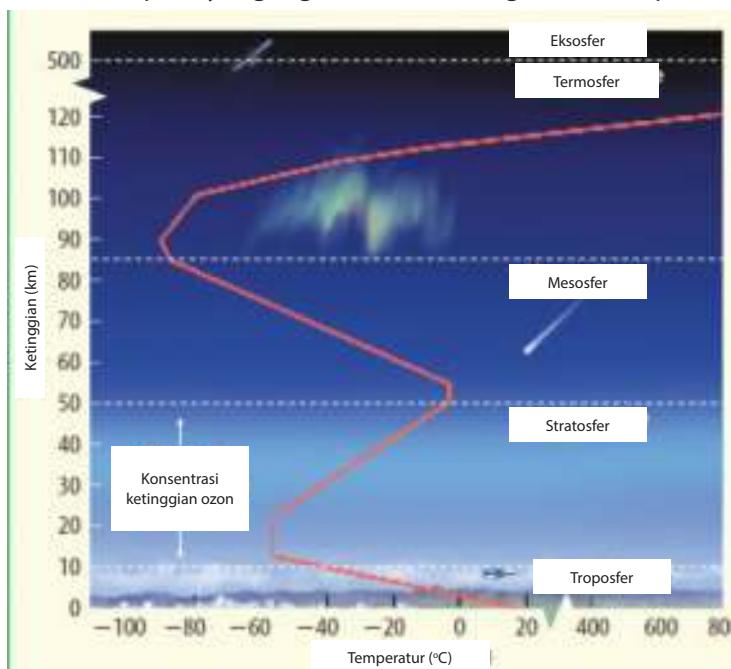
Analisis

1. Berdasarkan data yang diperoleh, adakah perbedaan massa bola sebelum dan setelah dipompa? Bagaimana perbedaannya? Coba deskripsikan.
2. Bagaimana besarnya massa benda pada jumlah tekanan pompa sebanyak 3x, 5x, dan 7x?

Simpulan

Buatlah sebuah simpulan yang mengacu pada tujuan kegiatan.

3. Suhu di Atmosfer

Matahari merupakan sumber energi terbesar di galaksi Bima Sakti. Energi Matahari dipancarkan dengan cara radiasi ke seluruh sistem galaksi Bima Sakti. Sebelum mencapai permukaan Bumi, radiasi energi Matahari akan melewati atmosfer, oleh atmosfer sebagian energi Matahari akan diserap dalam bentuk kalor atau panas. Akan tetapi, tidak semua gas penyusun atmosfer mudah menyerap energi Matahari. Beberapa lapisan atmosfer tertentu memiliki molekul gas yang sulit menyerap energi Matahari. Dengan demikian, suhu di tiap lapisan atmosfer berbeda seperti yang digambarkan oleh garis merah pada Gambar 5.14 berikut.

Sumber: Snyder, 2005
Gambar 5.14. Perubahan temperatur pada lapisan atmosfer

Lapisan troposfer memiliki suhu antara -52°C hingga 17°C. Berdasarkan pada gambar tersebut, bagian terendah dari stratosfer memiliki suhu yang paling hangat. Hal ini terjadi karena permukaan Bumi menyerap energi radiasi Matahari kemudian menyalurkannya ke udara di atasnya.

Berbeda dengan lapisan troposfer, suhu di lapisan stratosfer semakin tinggi seiring dengan bertambahnya ketinggian. Hal ini disebabkan adanya ozon. Ozon terdapat di bagian atas stratosfer. Molekul ozon mampu menyerap energi Matahari, sehingga mengakibatkan kenaikan temperatur.

Lapisan mesosfer memiliki karakteristik seperti stratosfer, yakni semakin tinggi maka temperaturnya semakin rendah. Hal ini dikarenakan mesosfer tersusun atas molekul gas yang sulit menyerap energi Matahari.

Lapisan termosfer dan eksosfer merupakan lapisan pertama yang menerima radiasi energi Matahari. Lapisan termosfer dan eksosfer memiliki jumlah molekul yang sedikit. Akan tetapi, molekul pada 2 lapisan ini sangat efektif dalam menyerap energi Matahari. Akibatnya, semakin tinggi ketinggiannya semakin besar pula temperaturnya.

4. Lapisan Ozon

Perhatikan hasil pengukuran suhu kota Surabaya di samping ini. Pada Gambar 5.15 menggambarkan, suhu kota Surabaya pada tanggal 14 Oktober 2015 sebesar 31°C. Jika kamu tinggal di Surabaya, apa yang kamu rasakan? Sebagian besar orang akan menjawab pasti di Surabaya sangat panas. Selain itu, ketika tinggal di Surabaya kamu akan lebih rajin melindungi kulit dengan jaket atau menggunakan *sun block*. Ketika kamu berada di tempat yang terpapar Matahari yang terik pasti kamu akan merasakan panas Matahari seakan membakar kulitmu.

Kota Surabaya
Rabu 09.00
Sebagian Besar Cerah

Sumber: weather.com
Gambar 5.15 Suhu kota Surabaya 14 Oktober 2015

Apakah yang kamu rasakan di Surabaya dan di Bumi pada umumnya adalah radiasi energi maksimal dari Matahari? Matahari merupakan penghasil energi terbesar di galaksi Bima Sakti. Energi yang dihasilkan Matahari dipancarkan

dengan cara radiasi. Salah satu bentuk energi radiasi yang dihasilkan Matahari adalah sinar **ultraviolet**. Jika terlalu lama terpapar sinar ultraviolet ini maka dapat merusak kulit dan menyebabkan kanker kulit. Akan tetapi, hanya 50% dari energi radiasi Matahari yang sampai ke permukaan Bumi. Pada kenyataannya, jumlah radiasi ultraviolet yang sampai ke permukaan Bumi hanya 1%, karena 99% radiasi ultraviolet diserap oleh **lapisan ozon.**

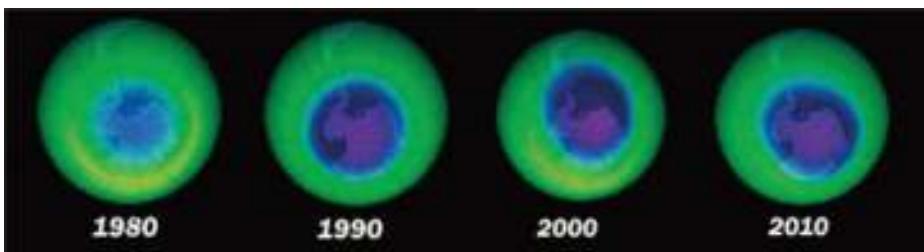
Lapisan ozon terdapat pada stratosfer pada ketinggian 18-54 km dpl. Ozon tersusun atas oksigen sebagai bahan dasar. Oksigen yang kita hirup memiliki 2 atom oksigen tiap molekulnya. Satu molekul ozon memiliki 3 atom oksigen yang berikatan. Ozon berfungsi untuk menyerap sebagian besar radiasi ultraviolet yang ada dalam atmosfer. Kandungan ozon dalam stratosfer sangat tinggi, sehingga melindungi Bumi dari radiasi Matahari yang berbahaya. Ozon menyerap sebagian besar radiasi ultraviolet yang ada dalam atmosfer. Walaupun lapisan ozon tidak terlihat, kehidupan di Bumi bergantung pada keberadaannya.

Konsentrasi ozon di atmosfer berubah-ubah setiap waktu. Salah satu faktor yang memengaruhi konsentrasi ozon adanya gas *Chloroflourocarbon (CFC).* Gas CFC berasal dari pendingin lemari es, *air conditioner* (AC), dan parfum. CFC mampu memecah molekul ozon yang ada di atmosfer. CFC terdiri atas atom carbon (C), Fluor (F), dan Klorin (Cl). Kandungan klorin dari CFC dapat memecah molekul ozon seperti Gambar 5.16 berikut.

Sumber: Snyder, 2005
Gambar 5.16 Proses pemecahan molekul ozon oleh CFC

Ketika CFC berada di atmosfer, sinar ultraviolet memecah molekul CFC, kemudian atom klorin yang bebas akan mendekati dan memecah molekul ozon. Satu atom oksigen berikatan dengan klorin, sedangkan sisanya membentuk

molekul oksigen (O_2). Proses tersebut terus berlangsung ketika terdapat klorin di atmosfer. Senyawa yang dibentuk oleh reaksi klorin dan atom oksigen tidak dapat menyerap radiasi Matahari. Akibatnya, akan semakin banyak ultraviolet yang sampai ke permukaan Bumi.

Pemecahan molekul ozon oleh CFC mengakibatkan penurunan konsentrasi ozon secara berkala. Penurunan ozon tersebut terjadi di bagian Kutub Utara (Antartika). Fenomena ini disebut lubang ozon. Pada setiap tahun, konsentrasi ozon pada akhir bulan Agustus atau awal September mulai menurun. Pada bulan Oktober, konsentrasi ozon mencapai titik terendah. Kemudian konsentrasi ozon akan terus naik dan lubang ozon akan hilang pada bulan Desember.

Sumber: nasa.gov
Gambar 5.17. Perubahan lubang ozon

Hasil pengamatan NASA menunjukkan bahwa lubang ozon semakin membesar dari tahun 1980 hingga tahun 2010 yang disajikan pada Gambar 5.17. Pada gambar tersebut, terlihat warna biru tua menggambarkan konsentrasi ozon yang paling rendah. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa dari tahun 1980-2010 luas atmosfer dengan konsentrasi ozon rendah semakin meluas. Hal ini menunjukkan dampak serius dari penggunaan CFC.

B. Litosfer

Perhatikan Gambar 5.18 berikut ini. Bagaimanakah struktur tanah pada Gambar 5.18 tersebut? Dari gambar terlihat bahwa tanah memiliki lapisan-lapisan tertentu. Bagaimana dengan struktur tanah pada setiap lapisan? Kamu juga dapat melihat bahwa setiap lapisan tanah memiliki struktur tanah yang berbeda. Pada bagian atas merupakan tanah humus yang dapat digunakan untuk bercocok

tanam. Pada bagian tengah terdapat tanah dengan sruktur yang lebih keras. Pada lapisan ketiga tanah tersebut tersusun dari bebatuan keras. Dengan demikian, kamu dapat mengetahui bahwa tanah di Bumi memiliki lapisan-lapisan tertentu dengan struktur tanah dan batuan yang berbeda.

Sumber: Kebumen2013.com
Gambar 5.18 Tanah memiliki lapisan dengan struktur yang berbeda

Dalam ilmu pengetahuan alam (IPA) tentang kebumian, tanah atau bebatuan yang ada di Bumi disebut **Litosfer.** Litosfer berasal dari bahasa Yunani yakni *lithos* (batuan) dan *sphaira* (lapisan). Jadi, litosfer merupakan lapisan batuan yang ada di Bumi. Dalam pengertian luas, litosfer diartikan sebagai seluruh bagian padat Bumi, termasuk intinya. Struktur padat Bumi terdiri atas kerak Bumi, mantel, dan inti Bumi.

Masing-masing struktur padat Bumi tersebut dibedakan lagi menjadi bagiannya masing-masing. Kerak Bumi dibedakan menjadi kerak benua dan kerak samudra. Kerak benua merupakan kerak Bumi yang berada di daratan. Kerak samudra merupakan kerak Bumi yang berada di dalam laut. Mantel Bumi terdiri atas mantel atas dan mantel bawah. Inti Bumi dibedakan menjadi 2, yakni inti luar yang berupa cairan pekat dan inti dalam yang bersifat pekat hampir menyerupai padatan. Berdasarkan struktur Bumi, ada dua teori mendasar yang perlu kamu pelajari, yaitu teori tektonik lempeng serta teori gempa bumi, dan gunung berapi.

1. Teori Tektonik Lempeng

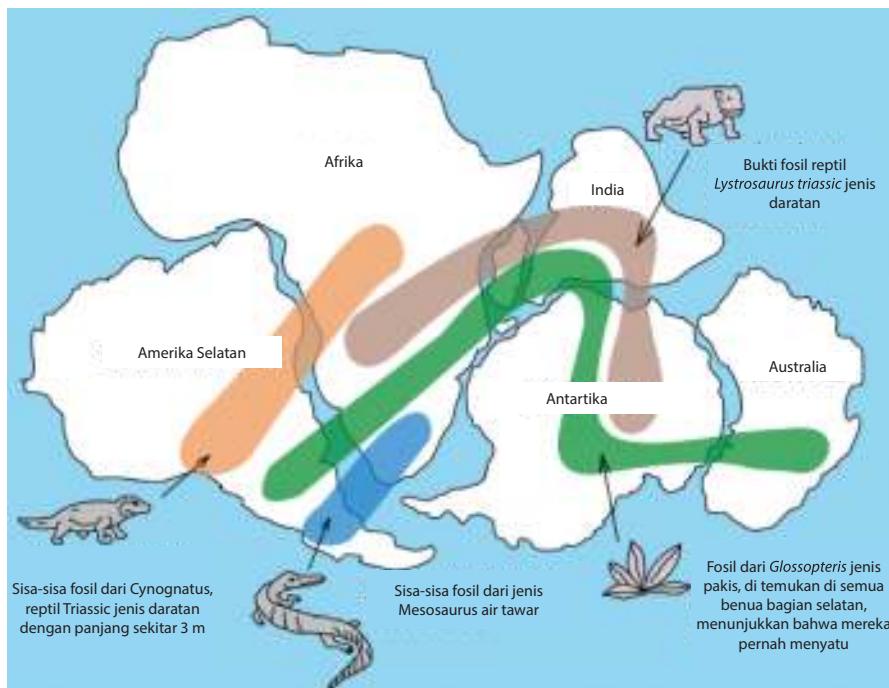
Perhatikan peta dunia pada Gambar 5.19. Jika kamu memotong gambar masing-masing benua yang ada, kemudian menyatukannya kembali, apakah yang terjadi? Ternyata potongan benua tersebut akan membentuk kesatuan seperti sebuah *puzzle*.

Sumber: vectortemplates.com
Gambar 5.19. Peta dunia

Berdasarkan fakta tersebut, seorang ahli meteorologi asal Jerman bernama Alfred Wegener mengajukan sebuah teori yang dikenal dengan teori pergerakan benua *(continental drift)*. Dalam teorinya, Wegener menjelaskan bahwa pada zaman dahulu, semua benua di Bumi menyatu membentuk sebuah daratan yang sangat luas *(Pangeae)*. Sekitar 200 juta tahun lalu benua tersebut terpisah dan bergerak menjauh secara perlahan.

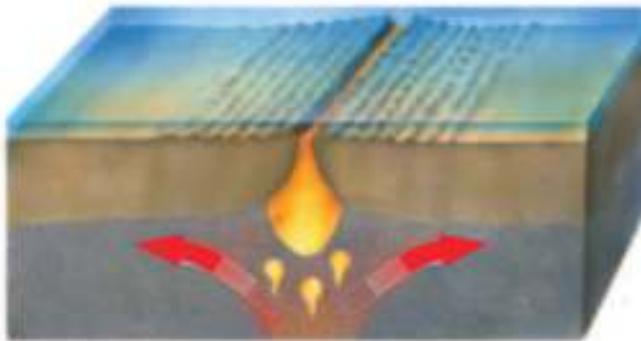
Sumber: Biggs, 2008
Gambar 5.20 Ilustrasi benua yang menyatu membentuk Pangeae

Selain fakta benua yang ada di Bumi seperti puzzle, penemuan fosil juga mendukung teori pergerakan benua. Salah satu buktinya dengan adanya penemuan fosil *Mesosaurus* di Amerika Selatan dan di Afrika. *Mesosaurus* merupakan jenis reptil yang hidup di darat dan di air tawar. Wegener beranggapan bahwa *Mesosaurus* tidak mungkin berenang di samudra untuk sampai ke benua lain. Oleh karena itu, Wagener beranggapan bahwa *Mesosaurus* hidup di benua tersebut pada saat benua masih menyatu.

Selain fosil *Mesosaurus,* penemuan fosil lainnya juga mendukung teori pergerakan lempeng. Beberapa penemuan fosil tersebut, antara lain (a) Fosil *Cynognathus* yang ditemukan di Amerika Selatan dan Afrika, (b) Fosil *Lystrosaurus* yang ditemukan di Afrika, India, dan Antartika, (c) Fosil tumbuhan *Glossopteris* yang ditemukan di Amerika Selatan, Afrika, India, Antartika, dan Australia.

Sumber: wikipedia.org
Gambar 5.21 Penyebaran penemuan fosil *Cynognathus, Lystrosaurus,* dan *Glossopteris*

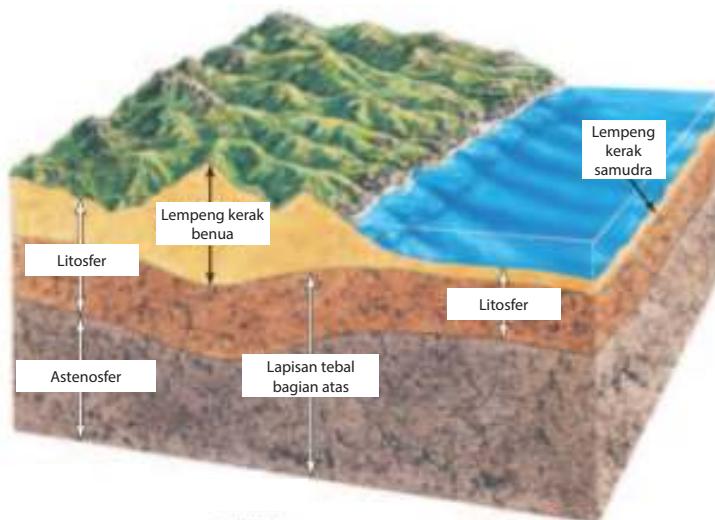
Jika benua pernah menyatu, maka bebatuan yang menyusun benua tersebut akan memiliki kesamaan. Misalnya, struktur bebatuan pegunungan *Appalachian* di Amerika Serikat memiliki kesamaan dengan batuan di Greenland dan Eropa Barat. Selain itu, struktur batuan di Amerika Selatan dan Afrika juga memiliki kesamaan. Kesamaan struktur batuan juga salah satu fakta pendukung bahwa benua pernah

menyatu. Akan tetapi, teori pergerakan benua yang diajukan Wagener tidak dapat menjelaskan bagaimana benua berpisah dan bergerak menjauh. Oleh karena itu, teori pergerakan benua Wagener ditolak oleh para ahli pada saat itu.

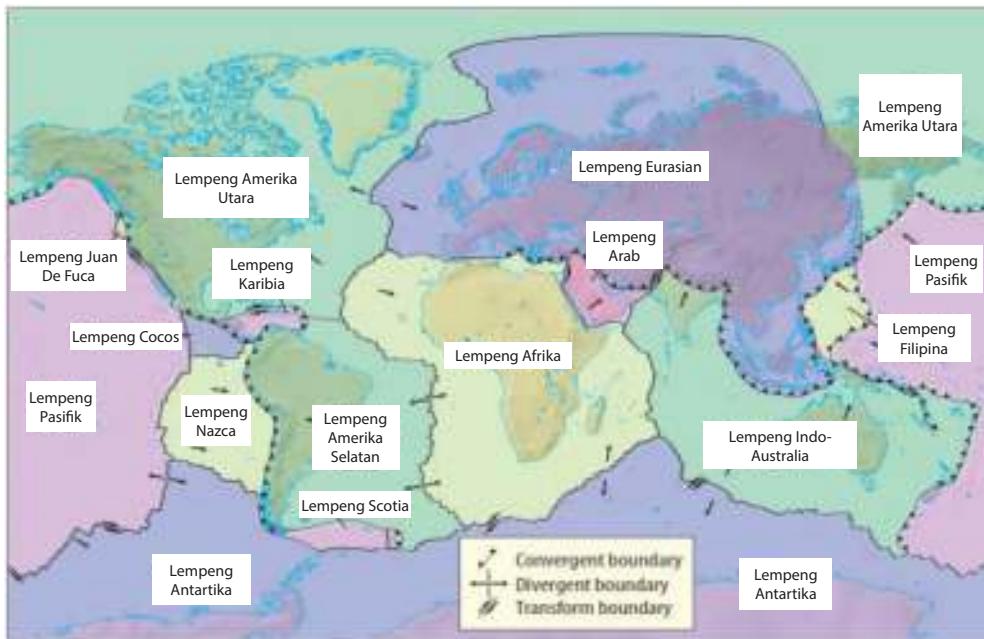
Pada awal tahun 1960, seorang ilmuan dari Princeton University yang bernama Harry Hess mengajukan teori yang bernama *Seafloor Spreading* atau pergerakan dasar laut. Hess menjelaskan bahwa di bawah kerak Bumi tersusun atas material yang panas dan memiliki massa jenis yang rendah. Akibatnya, material tersebut naik ke punggung kerak samudra. Kemudian material bergerak ke samping bersama dasar kerak samudra, sehingga bagian dasar kerak samudra tersebut menjauh dari punggung kerak samudra dan membentuk sebuah patahan. Proses tersebut diilustrasikan pada Gambar 5.22.

Sumber: Biggs, 2008
Gambar 5.22 Dasar kerak samudra yang menjauh dari punggung kerak samudra

Karena dasar kerak samudra menjauh sehingga terbentuk patahan, maka magma akan naik ke atas dan mengisi patahan tersebut. Magma yang telah sampai ke patahan akan mendingin dan membentuk kerak yang baru.

Teori *seafloor spreading* ini mampu menjelaskan bagaimana proses terbentuknya lembah maupun gunung bawah laut. Selain itu, berdasarkan hasil penelitian ternyata usia batuan dasar laut dengan kapal *Glomar Challenger* (1968) juga memperkuat teori ini. Berdasarkan penelitian tersebut dapat diketahui bahwa usia batuan pada punggung kerak samudra lebih tua dari usia batuan pada dasar kerak. Hal ini menunjukkan bahwa batuan di punggung kerak samudra baru terbentuk karena efek *seafloor spreading.*

Sekitar tahun 1960, para ilmuwan mengembangkan sebuah teori berdasarkan teori *continental drift* dan *seafloor spreading.* Teori ini disebut teori tektonik lempeng. Berdasarkan teori ini, kerak Bumi dan bagian atas dari mantel Bumi terbagi menjadi beberapa bagian. Bagian ini disebut lempeng. Lempeng bersifat plastis dan dapat bergerak di lapisan ini. Lempeng tersusun atas kerak dan bagian atas mantel Bumi, seperti terlihat pada Gambar 5.23.

Sumber: Biggs, 2008
Gambar 5.23 Lempeng tersusun atas kerak dan bagian atas mantel Bumi

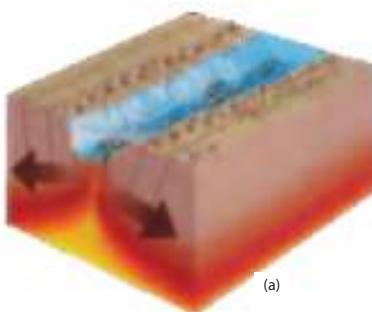
Berdasarkan teori tektonik lempeng, bagian luar Bumi tersusun atas litosfer yang dingin dan kaku (lempeng) serta tersusun oleh astenosfer. Astenosfer bersifat plastis yang berada di bawah lempeng. Akibatnya, lempeng seolah-olah mengapung dan bergerak di atas astenosfer.

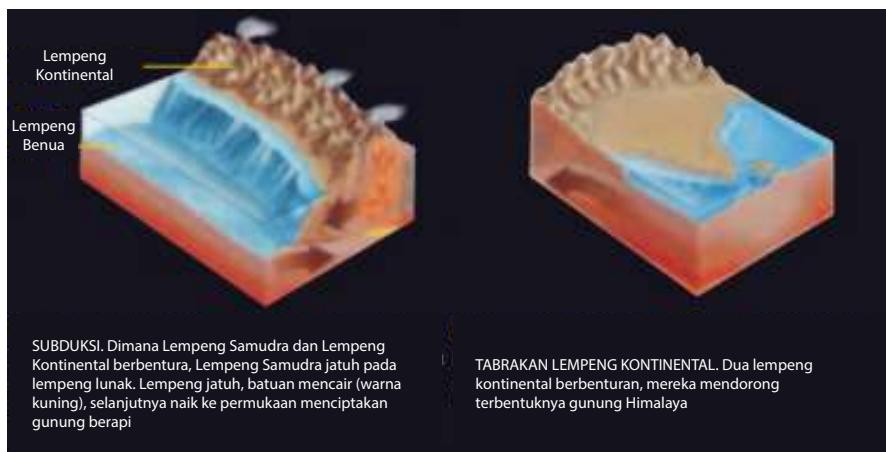
Ketika lempeng bergerak, akan terjadi interaksi antarlempeng. Lempeng dapat bergerak saling menjauh dan memisah. Selain itu, lempeng juga bisa saling mendekat hingga terjadi tubrukan antarlempeng. Jenis pergerakan lempeng tersebut dapat diamati pada Gambar 5.24.

Sumber: Biggs, 2008
Gambar 5.24 Diagram lempeng di dunia beserta jenis pergerakannya

Pergerakan sebuah lempeng akan mengakibatkan perubahan pada lempeng lainnya. Berbagai lempeng yang ada di atas dapat bergerak secara terpisah dan juga bersamaan.

Apabila 2 lempeng bergerak saling menjauh, lempeng tersebut bersifat *divergent*. Jika kamu amati pada Gambar 5.24, lempeng Indo-Australia bergerak menjauh dari lempeng Antartika. Selain itu, lempeng Amerika Utara juga bergerak menjauh dari lempeng Eurasia. Adanya pergerakan *divergent* ini akan mengakibatkan perisiwa patahan/retakan (Gambar 5.25). Salah satu patahan yang terbesar di dunia adalah patahan San Andreas di California Amerika Serikat yang panjangnya 1.300 km.

(a)

(b)

Sumber: Nationalgeographic.com
Gambar 5.24. Proses terjadinya patahan (a), dan patahan San Andreas (b)

Jika terdapat 2 lempeng yang saling mendekat, maka pergerakan tersebut disebut *convergent*. Beberapa lempeng yang bergerak konvergen antara lain, lempeng Indo-Australia dengan lempeng Filipina serta lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia. Pergerakan lempeng secara konvergen akan mengakibatkan tabrakan antarlempeng. Akibatnya terjadi fenomena Subduksi dan tabrakan antarbenua. Subduksi merupakan hasil tabrakan lempeng Samudra dengan lempeng Benua yang mengakibatkan lempeng Samudra menyelusup ke bawah lempeng Benua seperti pada Gambar 5.26. Salah satu akibatnya adalah terbentuknya palung laut.

Sumber: Nationalgeographic.com
Gambar 5.26 Subduksi dan tabrakan antarlempeng benua

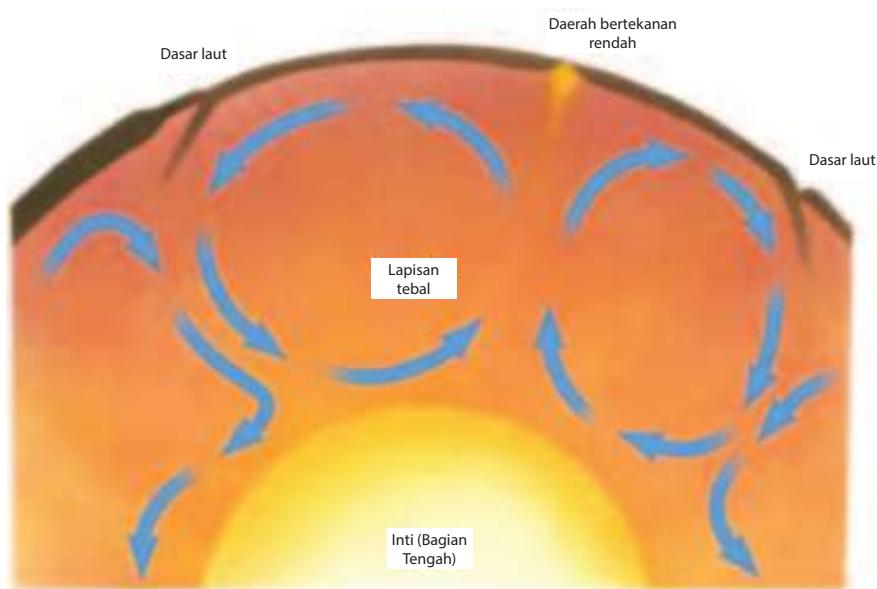
Tabrakan antarbenua terjadi ketika kerak benua bergerak saling mendekat. Salah satu fakta terjadinya tabrakan antarbenua adalah terbentuknya pegunungan Himalaya. Pegunungan Himalaya terbentuk karena ada 2 lempeng benua yang bertabrakan, sehingga mengakibatkan salah satu kerak benua terdorong ke atas dan membentuk pegunungan.

Sumber: http://pubs.usgs.gov/
Gambar 5.27. Proses konveksi pada air yang dipanaskan

Penyebab Terjadinya Pergerakan Lempeng Tektonik

Coba perhatikan dan amati ketika kamu memasak air hingga mendidih. Apa yang akan terjadi? Ketika air mendidih akan timbul gelembung-gelembung udara yang bergerak naik dan hilang di permukaan. Bagaimana hal itu dapat terjadi? Berdasarkan prinsip

kalor, ketika air dipanaskan maka air di dasar panci akan berubah menjadi uap air (gelembung) yang massa jenisnya lebih kecil. Karena massa jenis uap air lebih kecil dibandingkan air, maka udara akan bergerak naik ke permukaan. Sesampainya di permukaan, suhu uap air akan turun sehingga akan kembali ke wujud air (Gambar 5.27). Hal tersebut terus berlangsung jika air dipanaskan. Perpindahan kalor tersebut dinamakan konveksi.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa Wegener belum dapat menjelaskan bagaimana lempeng bergerak. Akan tetapi, dengan adanya teknologi yang ada saat ini para ilmuwan telah menemukan beberapa penjelasan tersebut. Salah satu teori yang diajukan ilmuwan adalah terjadinya perpindahan panas dari inti Bumi ke lapisan mantel secara konveksi. Hal ini mirip seperti peristiwa mendidihnya air yang dimasak.

Sumber: Biggs, 2008
Gambar 5.28. Proses konveksi yang terjadi di dalam Bumi

Inti Bumi yang memiliki suhu hingga 6.000°C akan memanaskan material mantel Bumi bagian bawah, sehingga massa jenis material tersebut berkurang. Akibatnya, material tersebut bergerak naik dari dasar ke permukaan mantel. Sesampainya di permukaan, material tersebut akan mengalami penurunan suhu, sehingga massa jenis material akan bertambah. Karena massa jenisnya bertambah, maka material tersebut akan turun ke dasar mantel. Di dasar mantel, material tersebut akan terkena panas Bumi kembali, sehingga proses konveksi terjadi terus menerus seperti pada Gambar 5.28. Berdasarkan teori ini, ilmuwan berhipotesis bahwa konveksi inti Bumi menyebabkan pergerakan lempeng.

Ayo Mencoba

Simulasi Konveksi Inti Bumi

Tujuan

Mensimulasikan proses konveksi yang terjadi di inti Bumi

Alat dan Bahan

1. Gelas kimia 1.000 mL atau panci bening
2. Kaki tiga dan kasa
3. Pembakar spiritus/bunsen
4. Pewarna makanan
5. Kertas HVS
6. Gunting

Cara Kerja

1. Gambar bentuk benua pada kertas HVS.
2. Potong kertas tersebut sehingga membentuk sebuah benua.
3. Isi gelas kimia atau panci bening dengan air sebanyak 800 mL.
4. Letakkan kasa di atas kaki tiga.
5. Nyalakan api pada pembakar spiritus/bunsen dan meletakkannya di bawah kaki tiga.
6. Panaskan gelas kimia/panci bening di atas kaki tiga dan kasa.
7. Teteskan pewarna makanan ke dalam air.
8. Letakkan potongan kertas di permukaan air.
9. Amati perubahan yang terjadi hingga air mendidih dan catat hasil pengamatannya di buku tugasmu.

Analisis

1. Gambarkan proses yang terjadi pada percobaan tersebut.
2. Bagaimana posisi potongan kertas sebelum dan sesudah air mendidih? Mengapa demikian? Jelaskan.

Berdasarkan penjelasan di atas, kamu dapat mengetahui bahwa Bumi merupakan planet yang dinamis dengan bagian inti yang panas. Panas dari inti Bumi akan berpindah secara konveksi, sehingga mengakibatkan pergerakan lempeng. Ketika lempeng bergerak, maka akan terjadi interaksi antarlempeng. Interaksi tersebut dapat membentuk sebuah palung laut, pegunungan, maupun sebuah gunung berapi. Ketika lempeng bergerak, maka sebuah energi akan dilepaskan berupa gelombang seismik atau yang dikenal dengan gempa. Kamu dapat melihat efek dari pergerakan lempeng di daerah pegunungan, erupsi gunung berapi, atau sebuah tempat yang berubah setelah terjadi gempa atau aktivitas gunung berapi.

2. Gempa Bumi dan Gunung Berapi

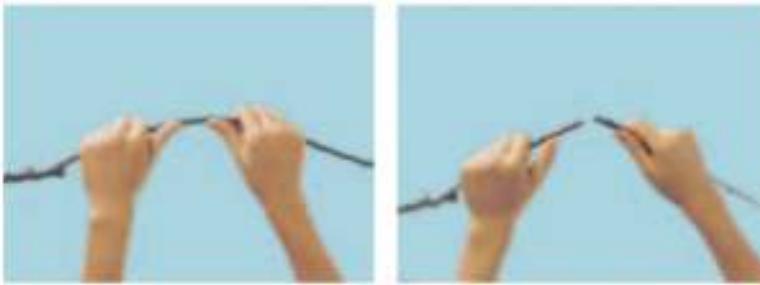
a. Gempa Bumi

1) Seluk Beluk tentang Gempa Bumi

Untuk memahami tentang gempa bumi, kamu dapat melakukan kegiatan berikut.

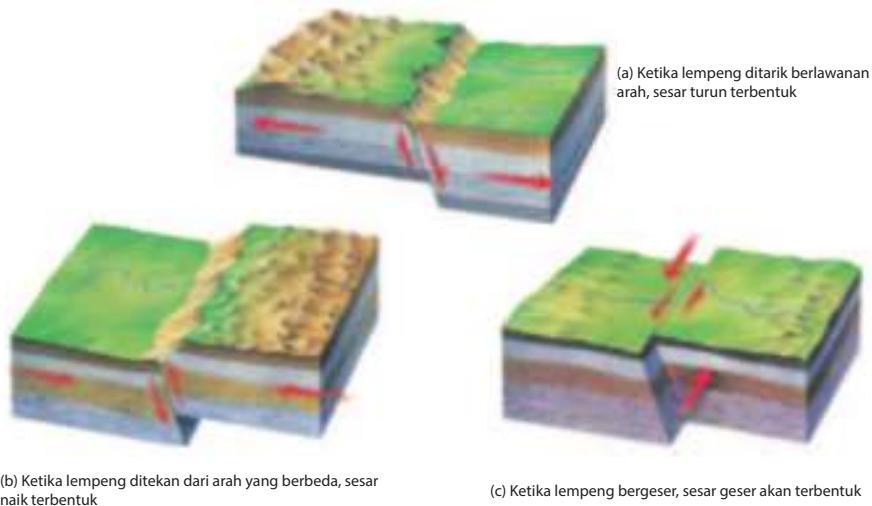
Ayo Melakukan

Ambillah sebuah ranting yang jatuh dari pohonnya. Kemudian bengkokkan ranting tersebut secara perlahan. Berhentilah membengkokkan sebelum ranting tersebut patah. Amati yang terjadi. Kemudian, bengkokkan kembali ranting tersebut secara perlahan hingga patah. Apa yang kamu rasakan?

Jika kamu membengkokkan secara perlahan, kamu akan menemukan bahwa ranting dapat kembali ke bentuk normal apabila kamu berhenti membengkokkan ranting tersebut. Namun, jika kamu terus membengkokkan ranting secara perlahan maka ranting akan patah, seperti pada Gambar 5.29. Ketika ranting patah, kamu dapat merasakan ada getaran pada ranting tersebut.

Sumber: Biggs, 2008
Gambar 5.29 Ketika ranting dibengkokkan secara perlahan hingga patah, akan terasa getaran pada ranting

Pergerakan lempeng memberikan efek getaran yang sama seperti mematahkan ranting. Ketika terdapat gaya yang cukup besar yang berasal dari pergerakan lempeng, maka bebatuan di lempeng akan menegang. Akibatnya, lempeng tersebut berubah bentuk. Bahkan, lempeng dapat patah atau kembali ke bentuk semula jika gaya tersebut hilang.

Batuan pada lempeng mengalami perubahan bentuk atau deformasi secara perlahan dalam jangka waktu tertentu. Ketika batuan tersebut mengeras/menegang maka energi potensialnya terus bertambah. Ketika lempeng bergerak atau patah, maka energi tersebut dilepaskan. Energi tersebut mengakibatkan terjadinya getaran yang merambat melalui material Bumi lainnya. Getaran ini disebut **gempa Bumi**. Semakin besar energi yang dilepaskan, maka getarannya akan semakin terasa.

Ketika lempeng patah menjadi 2 bagian, maka masing-masing bagian akan bergerak menjauh. Daerah lempeng yang patah tersebut dinamakan *fault* (patahan/sesar). Sesar yang terjadi dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, bergantung pada bagaimana sebuah gaya bekerja pada lempeng.

Sumber: Biggs, 2008
Gambar 5.30 Jenis sesar berdasarkan gaya yang bekerja pada lempeng

Ketika sebuah lempeng ditarik berlawanan oleh sebuah gaya, maka akan terbentuk sesar normal seperti pada Gambar 5.30a. Pada sesar normal, struktur batuan lempeng yang ada di atas sesar akan bergeser turun dibandingkan struktur batuan lempeng yang ada di bawah sesar.

Sebuah gaya yang mendorong lempeng saling mendekat akan menekan lempeng tersebut dari arah yang berlawanan. Gaya dorong ini menyebabkan struktur batuan lempeng di bagian atas sesar bergerak naik. Fenomena ini disebut *reverse fault* (sesar terbalik) seperti pada Gambar 5.30b.

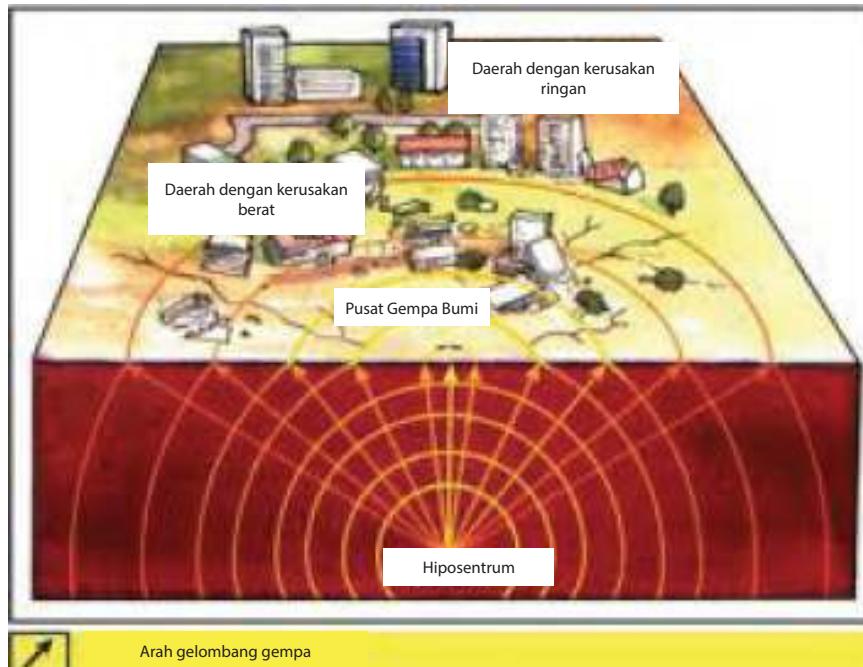
Sebuah gaya geser yang bekerja pada lempeng akan membentuk *strike-slip fault* (sesar geser). Gaya geser mengakibatkan lempeng di kedua sisi sesar geser bergerak berlawanan pada permukaan Bumi. Fenomena tersebut diilustrasikan pada Gambar 5.30c.

Ketika kamu membengkokkan ranting secara perlahan hingga patah, maka kamu akan merasakan ada getaran di sepanjang ranting. Getaran tersebut bersumber dari patahan kayu yang dibuat. Kemudian, getaran merambat sepanjang ranting hingga terasa di tangan. Sama halnya dengan patahnya ranting, ternyata gempa Bumi juga melepaskan gelombang (getaran yang merambat). Gelombang ini merambat sepanjang permukaan Bumi dan gelombang gempa Bumi disebut **gelombang seismik.**

Pergerakan lempeng di sepanjang sesar melepaskan sebuah energi. Energi ini merupakan energi potensial saat lempeng terkena gaya. Kemudian, energi potensial tersebut merambat dalam bentuk gelombang seismik. Sebuah titik pada kedalaman Bumi yang menjadi pusat gempa disebut **hiposentrum.** Permukaan Bumi yang berada di atas hiposentrum disebut **episentrum.** Dua titik tersebut diilustrasikan seperti pada Gambar 5.31.

Saat terjadi pergerakan lempeng, gelombang seismik muncul di hiposentrum. Kemudian gelombang tersebut merambat dari hiposentrum ke segala arah seperti yang diilustrasikan Gambar 5.31. Gelombang seismik merambat ke bagian dalam Bumi serta ke permukaan Bumi. Gelombang yang merambat di permukaan Bumi menyebabkan kerusakan saat terjadi gempa.

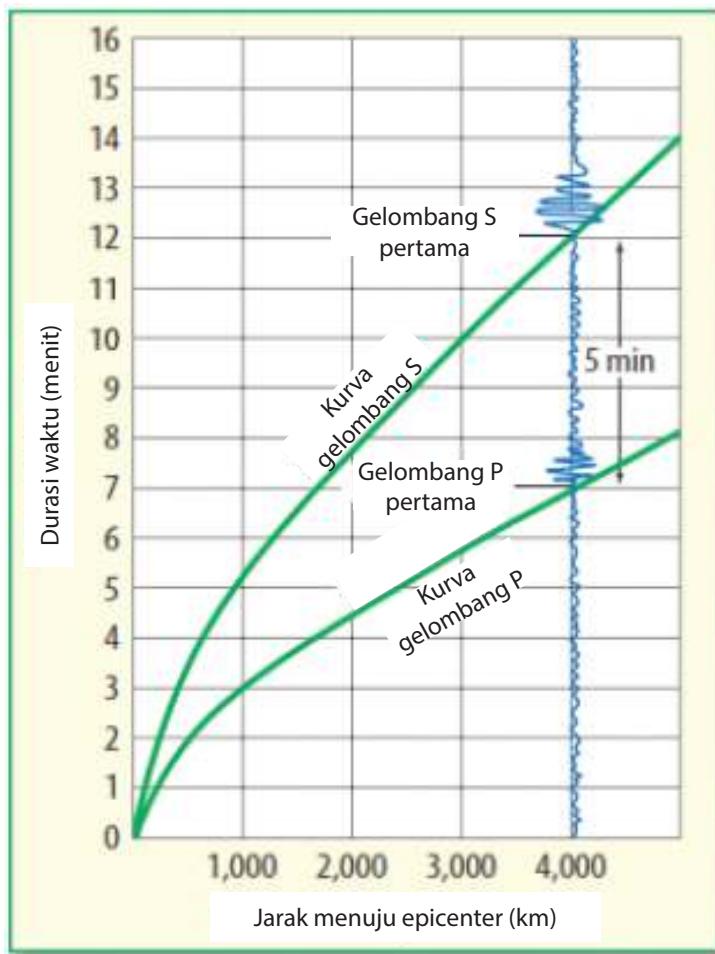
Gelombang seismik yang merambat di bagian dalam Bumi dibedakan menjadi gelombang primer dan sekunder. Gelombang primer (*p-wave)* bergerak melalui material batuan. Partikel batuan akan bergetar searah dengan arah rambat gelombang seismik. Dengan kata lain, gelombang primer merupakan gelombang longitudinal. Gelombang sekunder (*s-wave)* merambat melalui batuan dengan menggetarkan partikel batuan tegak lurus dengan arah rambat gelombang

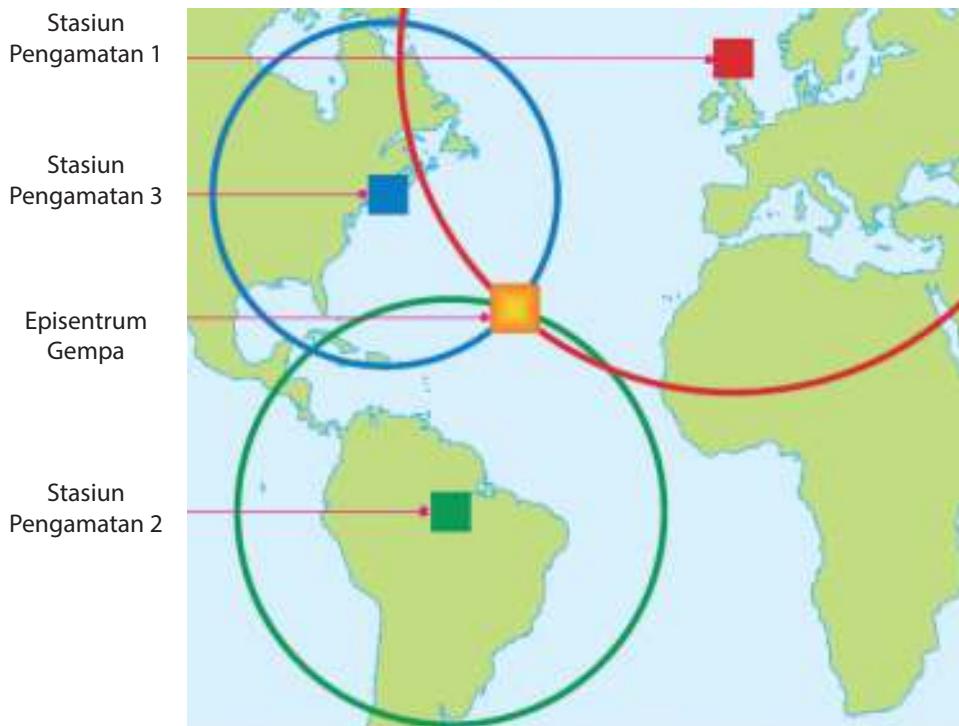
seismik. Gelombang sekunder merupakan gelombang transversal. Gelombang lainnya merambat di permukaan Bumi dengan menggetarkan batuan dan tanah sejajar permukaan Bumi. Gerakan tersebut dapat menghancurkan bangunan yang ada di atasnya.

Sumber: *http://geograph88.blogspot.co.id/*
Gambar 5.31 Letak hiposentrum dan episentrum sebuah gempa

Gelombang seismik di permukaan Bumi merambat pelan dan memiliki kekuatan penghancur yang besar. Perambatan gelombang di permukaan Bumi begitu kompleks. Beberapa gelombang merambat di permukaan Bumi dengan cara menggerakkan batuan dan tanah seperti ombak.

Ilmu yang mempelajari tentang gempa Bumi adalah **seismologi**. Ilmuwan yang mengkaji gempa Bumi disebut **ahli seismologi**. Alat yang digunakan untuk mencatat data gelombang seismik adalah **seismograf.**

Pada sebuah seismograf terdapat gulungan kertas yang terpasang pada sebuah tabung berputar. Di atas kertas tersebut terdapat jarum dengan sebuah pena. Ketika terdapat gelombang seismik, gulungan kertas akan bergetar, namun jarum tetap diam. Jarum dengan pena yang terpasang akan meggambarkan grafik gelombang seismik pada kertas. Ketinggian garis pada kertas menggambarkan besarnya energi yang dilepaskan saat gempa yang dikenal sebagai **magnitude**. Grafik hasil pencatatan seismograf dinamakan **seismogram.**

Hasil pencatatan aktivitas gelombang seismik yang berupa seismogram dapat menentukan jarak episentrum dan stasiun seismik. Ketika terdapat aktivitas gelombang seismik, gelombang primer merambat lebih cepat dibandingkan gelombang sekunder. Gelombang primer tercatat lebih dulu di seismograf. Dalam seismogram, gelombang primer dan sekunder digambarkan terpisah (Gambar 5.32). Adanya jarak antara gelombang primer dan sekunder menggambarkan adanya perbedaan waktu datangnya gelombang. Semakin jauh perbedaan waktu datangnya gelombang, maka semakin jauh pula letak episentrumnya.

Sumber: Biggs, 2008
Gambar 5.32 Gelombang primer dan sekunder merambat dengan kecepatan yang berbeda. Perbedaan kecepatan ini digunakan untuk mengukur jarak stasiun seismik dengan episentrum

Oleh karena itu, apabila menggunakan informasi dari seismogram, maka ahli seismologi menggambarkan lingkaran dengan radius yang sama dengan jarak gempa untuk 3 stasiun seismik. Seperti terlihat pada Gambar 5.33. Titik temu dari 3 lingkaran tersebut merupakan episentrum. Untuk memastikan letak dari episentrum sebuah gempa, dapat digunakan data dari berbagai stasiun seismik.

Sumber: physicsedulab.files.wordpress.com
Gambar 5.33 Cara menentukan episentrum sebuah gempa

Kekuatan gempa (*magnitude*) pada sebuah daerah dinyatakan dengan Skala Richter. Pengukuran kekuatan gempa didasarkan pada amplitudo atau grafik gelombang seismik di seismogram. Skala Richter menunjukkan besarnya energi gempa yang dilepaskan. Berdasarkan gempa yang terjadi sampai saat ini, rentang Skala Richter antara 1,0 – 10,0. Setiap kenaikan 1,0 skala, energi gempa yang dihasilkan 32 kali lebih besar. Misalnya, sebuah gempa dengan kekuatan 6,8 Skala Richter melepaskan energi 32 kali lebih besar dibandingkan energi yang dilepaskan gempa dengan kekuatan 5,8 Skala Richter. Pencatatan di seismogram juga akan menunjukkan gelombang gempa 6,8 Skala Richter lebih tinggi dibandingkan gelombang gempa berkekuatan 5,8 Skala Richter.

Besarnya *magnitude* sebuah gempa akan memengaruhi besarnya energi yang dilepaskan. Semakin besar *magnitude* sebuah gempa, maka energi yang dilepaskan juga semakin besar. Akibatnya, kerusakan yang terjadi juga semakin besar. Berdasarkan besar *magnitude* dan kerusakan yang ditimbulkan, gempa dikategorikan seperti pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Kategori gempa berdasarkan besarnya *magnitude* dan kerusakan yang ditimbulkan

Magnitude	Deskripsi	Efek Gempa Bumi
Di bawah 2,0	Mikro	Tidak terasa
2,0 - 2,9	Minor	Biasanya tidak terasa, tetapi tercatat
3,0 - 3,9	Minor	Sering terasa, tetapi jarang menyebabkan kerusakan. Dirasakan oleh masyarakat di sekitar pusat gempa. Lampu gantung mulai goyang.
4,0 - 4,9	Ringan	Terasa sekali getarannya di dalam ruangan. Jendela bergetar, permukaan air beriak-riak, pintu terbuka-tertutup sendiri.
5,0 - 5,9	Sedang	Menyebabkan kerusakan pada bangunan yang lemah. Sangat sulit untuk berdiri tegak. Kaca pecah, dinding yang lemah runtuh, dan permukaan air di daratan membentuk gelombang air.
6,0 - 6,9	Kuat	Menyebabkan kerusakan dalam range area 160 km. Batu runtuh bersama-sama, runtuhnya bangunan bertingkat tinggi, robohnya bangunan lemah, retakan di dalam tanah.
7,0 - 7,9	Major	Menyebabkan kerusakan yang sangat serius pada area yang luas. Seperti tanah longsor, jembatan roboh, bendungan rusak dan hancur. Beberapa bangunan tetap, keretakan besar di tanah, rel kereta api rusak.
8,0 - 8,9	Great	Menyebabkan kerusakan yang sangat serius dalam radius seratus kilometer wilayah gempa.
9,0 - 9,9	Great	Menyebabkan kehancuran dalam radius ratusan kilometer.
10,0+	Massive	Belum pernah tercatat. Luas wilayah kehancuran sangat luas.

Sumber: http://blog.abimayu.com/

Penerapan Konsep

Bacalah berita berikut.

Gempa 5,1 Skala Richter Goyang Lombok Utara (NTB)

Liputan6.com, Jakarta - Gempa 5,1 Skala Richter (SR) menggoyang Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat (NTB), Senin dinihari. Hal itu diinformasikan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG).

"Gempa terjadi pada pukul 00.45 WIB," tulis situs BMKG yang dikutip Liputan6.com, Jakarta, Senin (5/10/2015).

Gempa berada pada lokasi dengan koordinat 7,82 derajat Lintang Selatan (LS) – 116,99 derajat Bujur Timur (BT) dengan kedalaman pusat gempa 323 km.

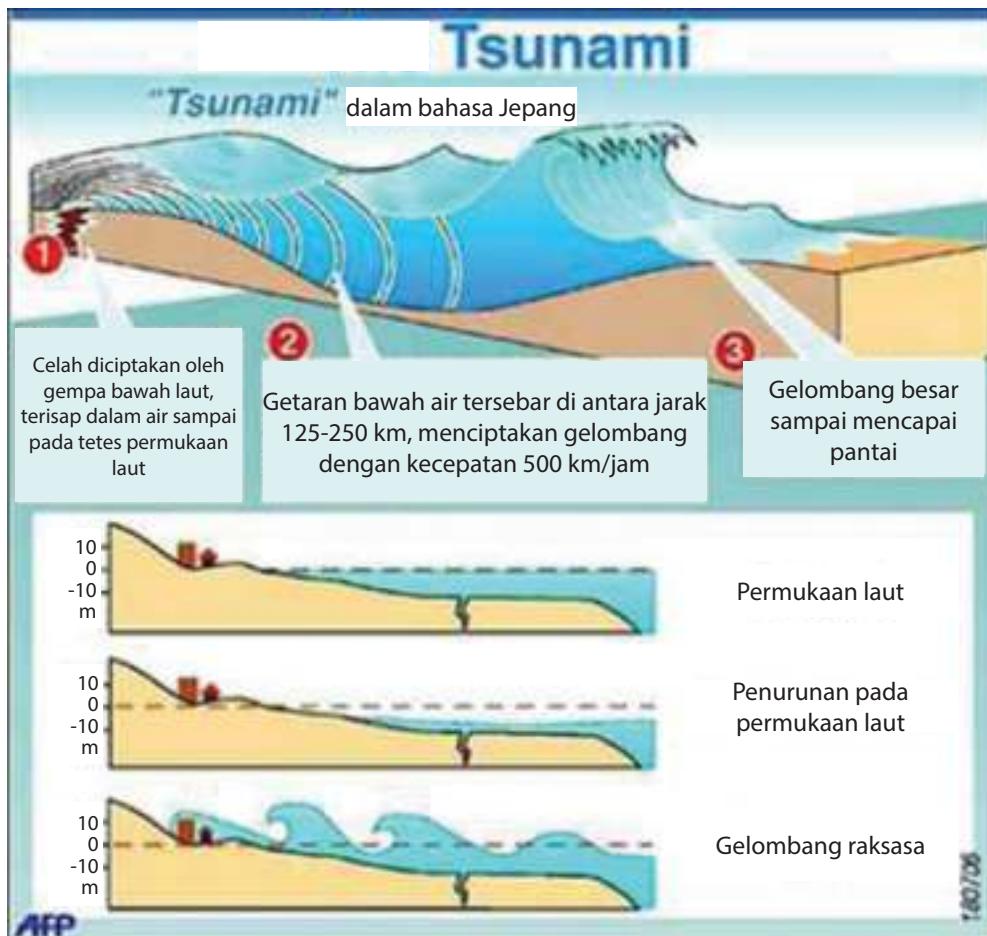
Gempa itu berada pada 80 km Timur Laut Lombok Utara, 112 km Timur Laut Sumbawa Barat, NTB dan 1.144 km Tenggara Jakarta.

BMKG menegaskan, gempa ini tidak berpotensi menimbulkan ancaman tsunami.

Analisis

1. Berdasarkan berita di atas, identifikasi besarnya magnitude gempa, kategori, serta efek dari gempa tersebut.
2. Dimanakah letak hiposentrum dan episentrum gempa tersebut?

Sumber: http://blog.abimayu.com/

Sebagian besar kerusakan akibat gempa Bumi diakibatkan oleh gelombang yang merambat di permukaan Bumi. Bangunan serta jalan raya dapat rusak. Ketika gempa terjadi di dasar laut, gerakan lempeng tersebut akan mendorong air laut ke atas, sehingga timbul gelombang yang besar dan kuat. Gelombang air laut dapat mengalir ratusan kilometer ke segala arah dari episentrum. Gelombang air laut ini disebut **tsunami.** Pusat gelombang tsunami adalah episentrum yang berada di laut yang jauh dari pantai. Ketinggian gelombang tsunami di tengah lautan, hanya sekitar 1 meter. Namun, gelombang tersebut dapat merambat dengan kecepatan 500-1.000 km/jam. Ketika mendekati pantai, kecepatan gelombang tsunami menurun hingga sekitar 30 km/jam. Akan tetapi, tinggi gelombang tsunami di dekat pantai meningkat hingga puluhan meter. Sebelum gelombang tsunami sampai di pantai, air laut yang ada di pantai surut seketika. Hal tersebut merupakan pertanda bahaya akan terjadi gelombang tsunami. Proses terjadinya gelombang tsunami dapat dilihat pada Gambar 5.34 berikut.

Sumber: fst.undip.ac.id
Gambar 5.34 Proses terjadinya gelombang tsunami

1) Pengurangan Risiko Bencana

Kamu telah belajar tentang gempa dan bagaimana kerusakan yang ditimbulkannya. Selain kerusakan bangunan dan benda-benda di dalamnya, gempa juga menyebabkan kematian. Dalam beberapa kejadian, seperti di Iran, korban meninggal akibat gempa sampai mencapai 50.000 jiwa. Jika dijumlahkan seluruhnya, gempa Bumi mengakibatkan kematian mencapai jutaan jiwa. Beberapa catatan gempa kuat yang terjadi pada tahun 1989-2003 disajikan pada Tabel 5.2.

Gempa lain yang menimbulkan tsunami juga memakan korban yang sangat banyak. Salah satu tsunami yang terjadi adalah tsunami tahun 2004 yang menerjang 14 negara termasuk Indonesia, tepatnya di Aceh dan Sumatra Utara. Gelombang tsunami ini menewaskan lebih dari 230.000 jiwa.

Tabel 5.2. Data kejadian gempa dan jumlah korban tahun 1989-2003

Tahun	Negara	Kekuatan	Korban yang Meninggal
1989	Loma Prieta, CA	7,1	62
1990	Iran	7,7	50.000
1993	Guam	8,1	none
1993	Maharashtra, India	6,4	30.000
1994	Northridge, CA	6,7	61
1995	Kobe, Japan	6,8	5.378
1999	Taiwan	7,7	2.400
2000	Indonesia	7,9	103
2001	India	7,7	20.000
2003	Iran	6,6	30.000

Sumber:

Jumlah korban jiwa saat gempa terjadi dapat dikurangi, setidaknya memulai dengan menyelamatkan diri sendiri. Banyak cara untuk mengurangi risiko kematian dan kerusakan saat gempa. Hal pertama yang harus kamu lakukan adalah mempelajari sejarah gempa Bumi di daerah dimana kamu berada. Jika kamu mengetahui di daerah tersebut sering terjadi gempa sebelumnya, maka kamu dapat mempersiapkan diri karena memiliki risiko yang lebih tinggi untuk terjadi gempa lagi.

Indonesia merupakan salah satu daerah yang sering mengalami gempa Bumi. Seperti yang kamu ketahui dari media massa bahwa dalam setahun Indonesia diguncang gempa sebanyak 8.000 kali, baik gempa kecil maupun gempa dengan kekuatan yang besar. Untuk itu, apa yang harus kamu lakukan untuk meminimalisir kerusakan akibat gempa? Untuk memahami hal ini lebih jauh, coba lakukan diskusi berikut.

Diskusi Ilmiah

Permasalahan:

Mengapa di Indonesia sering terjadi gempa Bumi?

Lakukan kajian pustaka, baik dari buku maupun internet terkait permasalahan di atas. Kemudian diskusikan hasil temuanmu dengan teman-temanmu. Buatlah suatu jawaban ilmiah dari pertanyaan di atas.

Tindakan untuk mengurangi risiko kerusakan maupun korban jiwa dapat kamu lakukan sebelum, saat, dan sesudah gempa berlangsung. Namun, hal yang terpenting adalah kamu harus belajar terlebih dahulu apa yang disebut dengan gempa Bumi. Kamu juga harus memerhatikan lingkungan tempat kamu berada. Dengan demikian, ketika terjadi gempa kamu dapat mengetahui tempat yang paling aman untuk berlindung. Selain itu, untuk mengurangi risiko akibat dari gempa Bumi kamu harus mempelajari beberapa keterampilan. Misalnya, belajar melakukan P3K dan menggunakan alat pemadam kebakaran. Kamu juga sebaiknya menyimpan nomor darurat yang dapat dihubungi saat terjadi gempa, seperti ambulans, pemadam kebakaran, tim SAR, dan lain-lain. Secara garis besar tindakan tanggap sebelum terjadi gempa seperti diilustrasikan pada Gambar 5.35.

Negara kita merupakan salah satu negara yang paling sering terjadi gempa. Oleh karena itu, kamu harus mempersiapkan diri untuk mengurangi kerugian akibat gempa. Usaha tersebut dapat dimulai dari rumahmu masing-masing. Kamu harus memastikan apakah rumahmu cukup aman dari bahaya akibat gempa Bumi, seperti tanah longsor. Kamu juga dapat merenovasi rumahmu agar tahan gempa.

Sumber: inatews.bmkg.go.id
Gambar 5.35. Tindakan tanggap sebelum gempa Bumi terjadi

Salah satu teknologi yang digunakan untuk mengurangi kerusakan saat gempa adalah rekayasa bangunan tahan gempa. Bangunan ini dapat menahan kekuatan getaran yang dihasilkan gempa, sehingga mengurangi kerusakan yang terjadi. Saat ini banyak gedung yang berdiri di atas pondasi yang tersusun atas baja dan karet. Selain itu, penataan struktur bangunan juga direkayasa sedemikian rupa agar tahan gempa. Dengan demikian, bangunan tahan gempa tersebut dapat menahan getaran gempa Bumi dan mengurangi risiko kerusakan dan kematian penghuni di dalamnya.

Untuk mengurangi kerusakan harta benda yang ada di rumah kita akibat gempa kita harus menata barang-barang yang ada di rumah. Akan lebih baik jika kita memastikan bahwa perabotan rumah seperti lemari, kabinet, dan lain-lain tidak roboh saat terjadi gempa. Selain itu, kita juga harus memastikan benda-benda yang tergantung di rumah agar tidak mudah jatuh saat terjadi gempa. Kita juga bisa menyimpan barang-barang yang berat dan mudah pecah berada di bagian bawah lemari atau rak. Pastikan kita mematikan listrik, air, dan gas ketika tidak digunakan. Serta, selalu sediakan kotak P3K, senter, dan makanan sebagai perlengkapan darurat jika terjadi gempa.

Sumber: inatews.bmkg.go.id
Gambar 5.36 Tindakan yang harus dilakukan ketika gempa terjadi

Gempa merupakan salah satu bencana yang dapat terjadi setiap saat. Ada kalanya gempa datang di saat kamu di sekolah, saat kamu bermain, atau di saat kamu berlibur di pantai. Untuk menyelamatkan diri dari bahaya gempa, kamu dapat melakukan tindakan berikut sesuai tempatmu berada. Hal yang paling utama yang harus dilakukan adalah tetap tenang saat terjadi gempa. Jika kamu panik terhadap situasi yang dialami, pikiranmu tidak akan jernih dan tidak tahu harus berbuat apa.

Jika kamu berada dalam ruangan saat terjadi gempa, carilah tempat berlindung yang kuat dan mampu menahan reruntuhan seperti di bawah meja atau tempat tidur. Jika tidak ada tempat berlindung, kamu dapat menggunakan bantal atau benda lainnya untuk melindungi kepala. Akan lebih aman jika kamu menjauhi lemari, rak buku, dan jendela. Selain itu, kamu harus berhati-hati terhadap atap yang mungkin runtuh, benda yang tergantung, dan sebagainya.

Sumber: inatews.bmkg.go.id
Gambar 5.37 Tindakan yang harus dilakukan setelah gempa

Ketika kamu sedang berada di luar ruangan saat gempa, kamu dapat mencari ruang terbuka yang jauh dari gedung tinggi, tebing terjal, tiang listrik, papan reklame, atau pepohonan yang besar. Jika tidak ada ruang terbuka, tetaplah di luar ruangan. Pastikan tempatmu aman dari reruntuhan benda-benda yang ada di sekitarnya. Jika kamu sedang berada di pantai, kamu dapat menjauhi pantai untuk menghindari bahaya tsunami akibat gempa. Apabila terjadi gempa di daerah pegunungan, kamu dapat mencari tempat yang aman dari tanah longsor akibat dari gempa tersebut.

Gempa Bumi juga dapat terjadi saat kamu di dalam perjalanan menuju suatu tempat. Apabila gempa terjadi saat kamu di dalam kendaraan, kamu harus segera menghentikan dan keluar dari kendaraan. Akan tetapi, jangan menghentikan kendaraan di jalan layang atau jembatan. Gunakan rem tangan jika kendaraan kita berada di jalan yang miring. Hal tersebut mencegah kendaraanmu tergelincir dan menimpa kendaraan lain.

Jika gempa telah berhenti, maka hal-hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah menuju titik evakuasi. Titik evakuasi merupakan daerah aman dan di titik evakuasi biasanya bantuan baik materi maupun medis dikumpulkan.

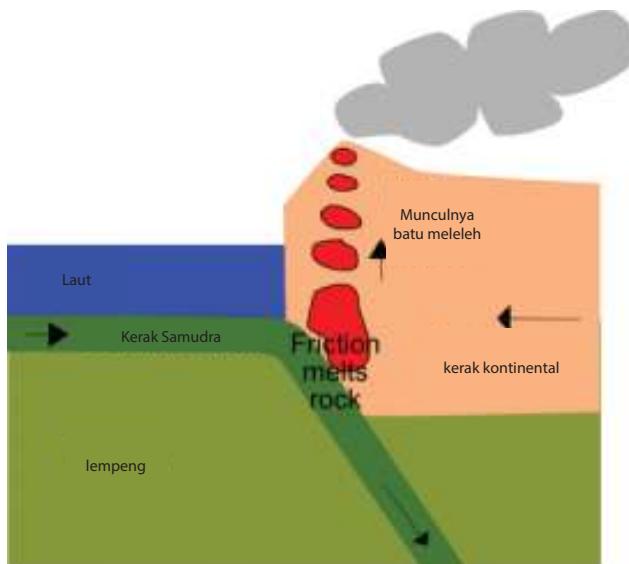
Apabila kamu terjebak dalam bangunan atau reruntuhan, kamu dapat menyingkirkan reruntuhan terlebih dahulu. Tutuplah mulut dan hidungmu dengan kain atau masker agar aman dari debu reruntuhan. Kemudian kamu harus memeriksa adakah yang terluka, lakukan dengan P3K jika ada yang terluka. Selain itu, kamu juga harus memeriksa lingkungan sekitarmu. Hal-hal yang perlu diperiksa, antara lain kebakaran, gas bocor, korsleting listrik, saluran air, serta jangan pernah menyalakan api dalam ruangan. Gunakan telepon untuk meminta pertolongan darurat. Jika telepon tidak berfungsi, kamu dapat menggunakan benda yang ada di sekitar untuk memberi sinyal kepada orang lain. Misalnya membunyikan kentongan. Langkah selanjutnya adalah keluar ruangan dengan tenang dan tertib.

Jika kamu berada di luar ruangan saat gempa, jangan memasuki bangunan setelah gempa. Karena ada kemungkinan bangunan tersebut dapat runtuh. Selain itu, kamu juga harus memerhatikan situasi lingkungan sekitarmu. Sebaiknya, kamu tidak berada di daerah sekitar gempa karena kemungkinan bahaya akibat gempa masih ada. Misalnya reruntuhan bangunan. Apabila kamu berada di pantai atau di daerah pesisir, perhatikan kondisi air laut setelah gempa. Jika air laut tiba-tiba surut dalam sesaat, segeralah menjauh dari pantai sejauh mungkin karena adanya kemungkinan gelombang tsunami akan terjadi.

Selain itu, hendaknya kamu juga terus mengikuti informasi terkait gempa Bumi yang terjadi. Dengan mengikuti informasi tersebut, kamu akan mengetahui apakah akan ada gempa susulan atau gempa tersebut berpotensi menimbulkan tsunami. Ada kalanya kamu juga harus mengisi angket dari instansi terkait. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui besar kerusakan akibat gempa, sehingga instansi terkait dapat memberikan bantuan dengan efektif. Sangat penting untuk terus berdoa kepada Tuhan Yang Maha Esa demi keselamatan kita bersama.

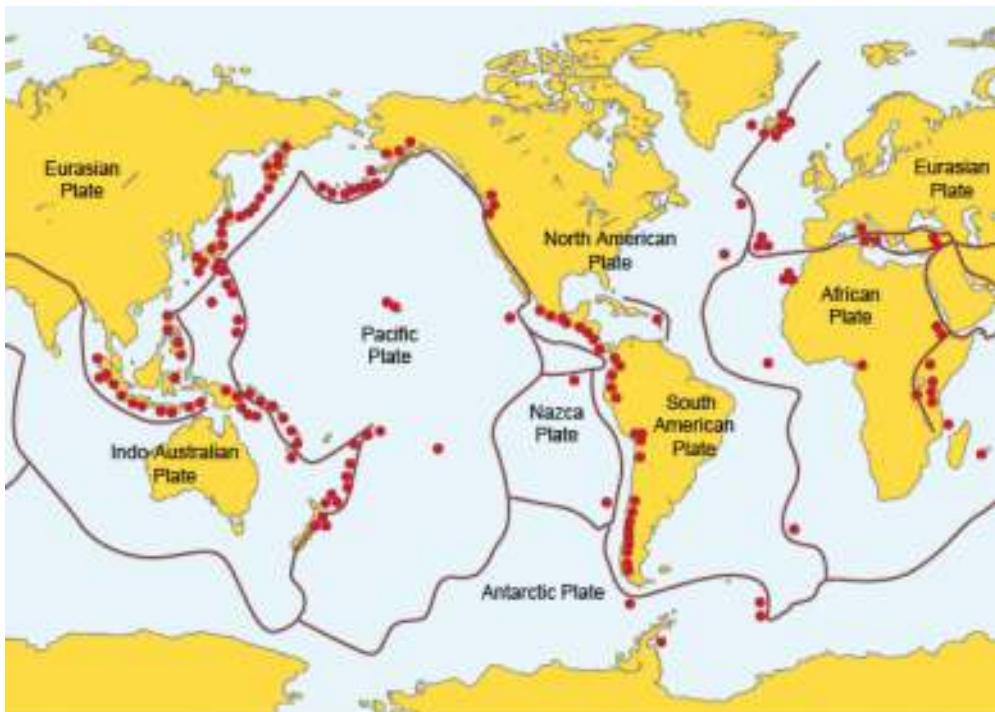
b) Gunung Berapi

Pada bagian sebelumnya kamu telah mempelajari bahwa gelembung udara pada air mendidih dapat naik ke permukaan karena memiliki massa jenis yang lebih kecil. Sama halnya dengan air mendidih, batuan cair atau magma juga bergerak ke permukaan karena memiliki massa jenis yang lebih kecil dari batuan yang ada di sekitarnya. Naiknya magma ke permukaan menyebabkan erupsi. Erupsi terjadi pada **gunung berapi**. Magma yang keluar dan mengalir di permukaan Bumi saat terjadi erupsi disebut lava**.** Gunung berapi memiliki lubang yang berbentuk melingkar di daerah puncaknya yang disebut **kawah.** Saat erupsi terjadi, magma dan material lainnya dimuntahkan melalui kawah gunung berapi.

Ketika erupsi gunung berapi (gunung meletus) terjadi, lava dan beberapa material dimuntahkan hingga ribuan meter kubik (m^3) ke udara. Partikel-partikel dari material dan lava yang mendingin akan terlontar ke atas, kemudian berjatuhan dari langit. Fenomena ini yang disebut hujan debu vulkanik *(tephra).*

Sumber: historyofuniverse.com
Gambar 5.38. Proses pembentukan gunung berapi

Beberapa gunung berapi terbentuk karena tabrakan dua lempeng. Proses tersebut akan menghasilkan serangkaian gunung berapi. Hal ini seperti yang telah kamu pelajari sebelumnya. Jika terdapat dua lempeng yang bertabrakan, maka lempeng yang memiliki massa jenis yang lebih besar akan menekuk ke bawah lempeng yang massa jenisnya lebih rendah. Ketika sebuah lempeng menekuk dibawa lempeng lainnya, maka batuan pada lempeng yang menekuk akan melebur menjadi magma. Magma tersebut akan naik menuju permukaan karena perbedaan massa jenis, seperti pada Gambar 5.38.

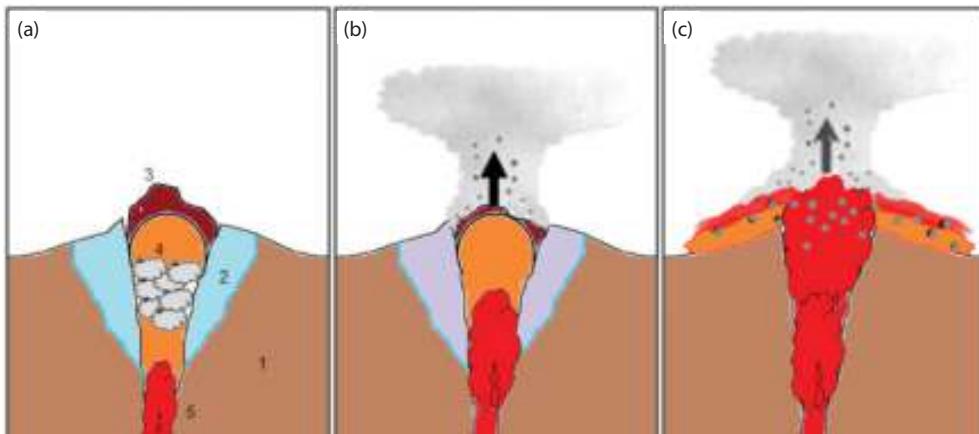
Seperti yang dijelaskan sebelumnya, aktivitas lempeng dapat membentuk serangkaian gunung api. Salah satu rangkaian gunung api yang dikenal adalah cincin api pasifik *(ring of fire).* Cincin api pasifik merupakan pusat gempa dan rangkaian gunung berapi di sekitar samudra Pasifik (Gambar 5.39). Hampir 90% pusat gempa berada di sepanjang cincin api Pasifik. Rangkaian gunung berapi diilustrasikan dengan titik merah pada Gambar 5.39.

Berdasarkan gambar tersebut, ternyata Indonesia terletak di dalam cincin api pasifik. Akibatnya, di Indonesia banyak terbentuk gunung api. Hal tersebut dikarenakan letak Indonesia berada di jalur pertemuan lempeng Eurasia dan Indo-Australia. Gunung api tersebut membentuk sebuah barisan yang membentang dari bagian barat hingga timur Indonesia. Rangkaian gunung berapi membentang dari pulau Sumatra, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi hingga kepulauan Maluku, seperti terlihat pada gambar 5.40.

Sumber: bbc.co.uk
Gambar 5.39. Cincin api pasifik yang mengitari samudra Pasifik. Keberadaan gunung berapi ditandai dengan titik merah

Sumber: wikipedia.org
Gambar 5.40. Persebaran gunung api di Indonesia

Indonesia memiliki sekitar 150 gunung berapi, baik yang aktif maupun yang dorman (tidur). Gunung api aktif merupakan gunung api yang memiliki aktivitas vulkanik yang tinggi dan meletus dalam jangka waktu yang pendek. Salah satu contohnya adalah gunung Merapi. Sejak tahun 1000 M, gunung Merapi telah meletus sebanyak 80 kali. Gunung api dorman adalah gunung api yang tidak terdapat aktivitas vulkaniknya dalam waktu yang lama. Akan tetapi, gunung tersebut dapat meletus sewaktu-waktu. Salah satu gunung api dorman di Indonesia adalah gunung Sinabung yang hingga September 2015 erupsinya belum selesai. Gunung Sinabung terakhir kali meletus pada tahun 1600, kemudian tiba-tiba aktif lagi pada tahun 2010 dan meletus kembali pada tahun 2013.

Erupsi merupakan keluarnya magma dan material lainnya dari dalam Bumi oleh letusan gunung berapi. Namun, istilah erupsi di masyarakat lebih dikenal dengan gunung meletus. Letusan gunung api akan memuntahkan material dengan kekuatan yang dahsyat dan lava pijar maupun lahar dingin yang keluar akan menyapu segala sesuatu yang dilewatinya. Akibatnya, letusan gunung berapi dapat mengakibatkan kerusakan yang sangat besar.

Erupsi disebabkan oleh tekanan gas yang kuat dari dalam Bumi yang terus menerus mendorong magma (Gambar 5.41a). Dengan demikian, magma akan terus naik menuju ke permukaan. Dalam perjalanannya, magma yang memiliki suhu hingga 1200^{o}C akan melelehkan batuan di sekitarnya. Akibatnya, terjadilah penumpukan magma (Gambar 41b). Tekanan udara yang berasal dari dalam Bumi lambat laun semakin besar, sehingga tersimpan energi yang besar untuk mendorong magma keluar. Jika litosfer yang berada di atas magma tidak mampu menahan tekanan dari dalam Bumi, maka terjadilah erupsi (Gambar 5.41c). Magma dan material lainnya dimuntahkan melalui kawah gunung api. Energi yang tersimpan tersebut dilepaskan dalam bentuk ledakan dan semburan yang kuat saat erupsi. Proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.41.

Sumber: mountmerapi.net
Gambar 5.41. Proses erupsi

Ayo Berdiskusi

Bukalah link berikut untuk mempelajari proses erupsi.

http://news.bbc.co.uk/cbbcnews/hi/static/guides/volcanoes/swf/volcano_ani_guide_1.swf

Diskusikanlah dengan temanmu, bagaimana erupsi pada gunung api yang dorman dan identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi erupsi pada gunung yang dorman?

Material yang dikeluarkan saat letusan gunung berapi meliputi material padat, cair, dan gas. Letusan gunung berapi akan mengeluarkan material padatan berupa batuan dan mineral dari dalam Bumi. Hasil lainnya dari letusan gunung api adalah lava dan lahar. Lahar merupakan lava yang telah bercampur dengan batuan, air, dan material lainnya. Selain itu, letusan gunung berapi juga menghasilkan gas beracun, yakni Hidrogen Sulfida (H_2S), Sulfur dioksida (SO_2), dan Nitrogen dioksida (NO_2).

Selain material tersebut, letusan gunung berapi juga menghasilkan awan panas (aliran piroklastik) atau yang dikenal oleh masyarakat dengan nama *"wedhus gembel"*. Awan panas merupakan hasil letusan seperti awan yang mengalir bergulung. Awan panas terdiri atas batuan pijar, gas panas, serta material lainnya. Awan panas memiliki suhu yang mencapai 700°C. Awan panas ini mengalir menuruni lereng gunung api dengan kecepatan mencapai 200 km/jam. Perhatikan Gambar 5.42.

Sumber: jogja.co
Gambar 5.42 Awan panas pada letusan gunung Merapi

Letusan gunung berapi memiliki daya penghancur yang besar. Material berbahaya seperti lahar dan abu vulkanik dapat merusak segala sesuatu yang dilewatinya. Lava pijar yang keluar saat erupsi juga dapat menyebabkan hutan di sekitar gunung terbakar. Hal ini akan mengancam ekosistem alami di hutan tersebut. Selain itu, suhu tinggi awan panas yang mengalir menuruni bukit dapat merusak ekosistem serta membunuh makhluk hidup. Gas beracun dan hujan debu akibat gunung meletus juga dapat mencemari udara dan mengganggu pernapasan.

Kamu perlu mengetahui bahwa letusan gunung berapi sangat berbahaya bagi kita. Hampir tidak mungkin menghindari kerusakan saat terjadi gunung meletus. Untuk mempermudah membaca aktivitas gunung api dan proses evakuasi, dibuatlah tingkatan isyarat atau status gunung berapi. Badan geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Manusia (ESDM) membedakan status gunung api menjadi empat (4) tingkatan. Level terendah adalah status NORMAL dengan warna isyarat hijau. Tingkatan level paling tinggi adalah status AWAS dengan isyarat warna merah. Secara lengkap, deskripsi status gunung api dapat dilihat pada Tabel 5.3.

TABEL 5.3. Tingkatan status gunung berapi menurut Badan Geologi Kementerian ESDM

Status	Makna	Tindakan
AWAS	• Menandakan gunung berapi yang segera atau sedang meletus atau ada keadaan kritis yang menimbulkan bencana • Letusan pembukaan dimulai dengan debu dan asap • Letusan berpeluang terjadi dalam waktu 24 jam	• Wilayah yang terancam bahaya direkomendasikan untuk dikosongkan • Koordinasi dilakukan secara harian • Piket penuh

SIAGA	• Menandakan gunung berapi yang sedang bergerak ke arah letusan atau menimbulkan bencana • Peningkatan intansif kegiatan seismik • Semua data menunjukkan bahwa aktivitas dapat segera berlanjut ke letusan atau menuju pada keadaan yang dapat menimbulkan bencana • Jika tren peningkatan berlanjut, letusan dapat terjadi dalam waktu 2 minggu	• Sosialisasi di wilayah terancam • Penyiapan secara darurat • Koordinasi harian • Piket penuh
WASPADA	• Ada aktivitas apapun bentuknya • Terdapat kenaikan aktivitas di atas level normal • Peningkatan aktivitas seismik dan kejadian vulkanis lainnya • Sedikit perubahan aktivitas yang diakibatkan oleh aktivitas magma, tektonik, dan hidrotermal	• Penyuluhan/sosialisasi • Penilaian bahaya • Pengecekan sarana • Pelaksanaan tiket terbatas
NORMAL	• Tidak ada gejala aktivitas tekanan magma • Level aktivitas dasar	• Pengamatan rutin • Survey dan penyelidikan

Sumber:pbs.twimg.com

Jika kamu tinggal di daerah dekat gunung api, maka kamu harus dapat membaca alam sebagai pertanda gunung tersebut akan meletus. Gunung api yang akan meletus memiliki tanda-tanda yang dapat kamu pelajari. Di daerah sekitar gunung api yang akan meletus akan memiliki suhu yang terus meningkat. Akibatnya, air dari sumber air pegunungan menjadi hangat dan beberapa sumber air dapat mengering. Suhu di daerah pegunungan berapi yang terus meningkat akan menyebabkan tumbuhan yang hidup di daerah tersebut layu. Gunung yang akan meletus juga menimbulkan suara gemuruh.

Selain itu, gempa kecil yang terjadi terus menerus di sekitar gunung api juga merupakan tanda bahwa gunung tersebut akan meletus. Kita juga dapat memprediksi bahwa gunung api akan meletus dengan melihat perilaku hewan yang tinggal di gunung. Jika hewan yang tinggal di atas pegunungan mulai bermigrasi turun gunung, maka itu merupakan pertanda bahwa gunung akan meletus. Jika kita sudah mengetahui gunung api akan meletus, langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah mengungsi ke tempat yang aman atau ke titik evakuasi.

Selain pertanda alam di atas, kamu juga harus mengikuti arahan dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) terkait aktivitas gunung api. PVMBG terdapat di masing-masing gunung berapi. Dengan mengetahui status gunung api, kamu akan mengetahui tindakan apa yang harus dilakukan. Kamu juga hendaknya mempersiapkan peralatan dan dukungan logistik untuk mengungsi

saat terjadi letusan. Kamu juga harus mengetahui di mana pos evakuasi dan bagaimana jalur evakuasi yang telah disiapkan pihak terkait. Pastikan kamu telah berada di pos evakuasi sebelum gunung tersebut meletus dan mengikuti arahan dari pihak terkait untuk mengurangi bahaya akibat letusan.

Bagi penduduk yang bertempat tinggal jauh di lereng gunung, ada kalanya badan penanggulangan bencana merekomendasikan mengungsi saat terjadi letusan. Hal ini karena dampak letusan melebihi perkiraan para ahli. Selama proses evakuasi kamu harus menghindari jalan yang berada dekat dengan sungai. Karena sungai berpotensi akan dilalui oleh lahar dingin. Selain itu, kamu juga harus menggunakan masker, sapu tangan, atau kain untuk melindungi pernapasan dari debu vulkanik. Secara garis besar tindakan siaga bencana gunung meletus seperti terlihat pada Gambar 5.43 berikut.

Sumber: *http://ringgapridiatama94.blogspot.co.id/*
Gambar 5.43 Tindakan siaga bencana gunung meletus

Proses evakuasi dapat dilakukan secara individu maupun kelompok sesuai arahan pihak terkait, seperti badan penanggulangan bencana. Selalu *update* informasi tentang status gunung api. Dengan demikian, kamu dapat melakukan persiapan dan tindakan yang tepat untuk proses evakuasi. Secara lengkap, berikut

tindakan yang harus dilakukan sesuai dengan status gunung berapi.

TINDAKAN TANGGAP DARURAT
BAHAYA LAHAR DINGIN

STATUS / TINDAKAN	PERSIAPAN PRIBADI	PERSIAPAN RUMAH	PERSIAPAN KELOMPOK
NORMAL	Pelajari dan pahami: • Jenis-jenis bahaya sungai • Prosedur tanggap bencana sungai • Prosedur evakuasi	Pelajari dan pahami: • Jarak rumah dan sungai • Menerapkan pola rumah ramah banjir • Siapkan penerangan darurat	• Bentuk tim siaga bencana di setiap RW • Pasang peta jalur petunjuk evakuasi • Pelajari dan pahami jalur komando, tugas, dan tanggung jawab masing-masing • Siapkan perlengkapan tanggung bencana tiap kelompok • Latihan secara teratur
WASPADA	• Siapkan tas cangking dan bekal darurat • Ketahui jalur evakuasi dan titik kumpul • Ketahui pimpinan kelompok evakuasi • Ketahui keberadaan keluarga	• Pindahkan barang ke tempat lebih tinggi • Selamatkan binatang peliharaan • Simpan barang-barang elektronik yang tidak diperlukan • Siapkan/pindahkan kendaraan untuk evakuasi	• Kerja kelompok mulai menyiapkan sesuai arahan • Jalin komunikasi sesuai tata organisasi tanggap bencana • Pastikan anggota kelompok melaksanakan persiapan pribadi dan rumah • Cek dan siapkan perlengkapan tanggung bencana • Aktifkan titik kumpul
SIAGA	• Perhatikan pengumuman pemimpin kelompok • Kumpulkan anggota keluarga lansia, wanita, anak-anak mulai menuju titik kumpul • Perhatikan komando • Tetap tenang dan siaga	• Mulai mengunci pintu dan jendela • Memastikan gas dan listrik • Cabut sekring listrik	• Ketua kelompok menyiapkan evakuasi warga • Petugas evakuasi siap diposisi masing-masing sepanjang jalur evakuasi
AWAS	• Tertib dan tenang mengikuti komando ketua kelompok		• Ketua kelompok pimpin warga mengikuti komando, tetap tenang dan tegas

Sumber: mountmerapi.net
Gambar 5.44. Tindakan evakuasi sesuai status gunung berapi

Ketika letusan gunung berapi telah usai, ada kalanya kita belum boleh kembali ke rumah. Apabila hal itu terjadi, kita harus memerhatikan persediaan makanan dan lain-lainnya mencukupi untuk tinggal lebih lama di pos evakuasi. Selain itu, kita juga hendaknya mengikuti perkembangan informasi terkait status gunung berapi maupun bahaya lainnya akibat letusan. Seperti banjir lahar dingin. Hal lainnya yang penting adalah terus mengikuti arahan dari pihak berwenang.

Jika kita berada di daerah yang terkena hujan debu vulkanik, lebih baik tetap di dalam ruangan hingga hujan debu mereda. Apabila berada di luar ruangan, kita harus mencari tempat berlindung. Misalnya di gedung atau mobil. Kita juga hendaknya memakai masker, sapu tangan, atau kain untuk menutup mulut dan hidung. Hal tersebut bertujuan agar debu vulkanik tidak mengganggu pernapasan. Jika kita menggunakan lensa kontak, maka harus melepaskannya. Karena debu dapat menempel pada lensa kontak tersebut dan akan merusak mata. Dengan

demikian, kamu telah berupaya untuk mengurangi risiko bahaya akibat letusan gunung berapi.

Walaupun efek kerusakan akibat letusan gunung berapi sangat besar, namun letusan gunung berapi juga memberi dampak positif bagi kita. Tanah yang dilalui oleh material vulkanik gunung berapi dapat digunakan sebagai lahan pertanian. Akibat letusan gunung berapi, maka mineral yang berada dalam tanah akan keluar bersama lahar dingin dan material lainnya. Akibatnya, tanah yang dilalui lahar dingin atau material lainnya yang mengandung mineral tinggi akan menjadi tanah yang cukup subur secara alamiah.

Selain itu, letusan berdampak positif bagi bisnis dan perekonomian. Abu vulkanik hasil letusan gunung berapi dapat dimanfaatkan sebagai campuran adonan semen bahan bangunan. Selain itu, sisa-sisa letusan juga menghasilkan bahan tambang yang bernilai tinggi, seperti belerang, pualam, dan lain-lain. Bisnis pariwisata juga dapat berkembang pasca letusan gunung berapi. Daerah di sekitar gunung berapi pasca erupsi bisa dijadikan sebagai objek wisata yang menyajikan suasana khas erupsi gunung berapi. Dengan berkembangnya bisnis tersebut, lapangan pekerjaan juga semakin terbuka. Kesejahteraan ekonomi masyarakat sekitar gunung berapi juga meningkat. Untuk memahami tentang erupsi, lakukan kegiatan berikut.

Ayo Kita Lakukan

Erupsi

Tujuan

Mensimulasikan terjadinya erupsi gunung berapi

Alat dan Bahan

1. Bubur kertas dan lem kayu/lem kanji
2. Papan triplek 50 x 50 cm
3. Baskom
4. Cuka makanan
5. Soda kue
6. Detergen
7. Pewarna kuning atau merah
8. Cat air warna hijau, kuning, dan cokelat

Cara Kerja

A. Membuat gunung berapi
   1. Campurkan bubur kertas dengan lem kayu/tepung kanji yang telah dilarutkan dengan air panas.
   2. Bentuk adonan menyerupai gunung dan letakkan di atas triplek. Jangan lupa untuk membuat rongga di tengah gunung dari puncak hingga dasar.
   3. Buat alur pada gunung untuk menambah efek aliran lava, warnai gunung dengan cat air warna cokelat, daerah kaki gunung dengan kombinasi warna kuning dan hijau.

B. Membuat adonan magma

   Campurkan cuka, detergen, dan pewarna dalam baskom hingga menjadi adonan magma.

C. Mendemonstrasikan erupsi
   1. Masukkan soda kue ke dalam rongga yang ada di gunung buatan.
   2. Masukkan adonan ke dalam rongga gunung buatan.
   3. Amati apa yang terjadi pada gunung buatan.

Analisis

Apa saja yang dikeluarkan saat gunung buatan erupsi? Coba identifikasi. Bandingkan hasil identifikasimu dengan teori tentang erupsi gunung berapi.

C. Hidrosfer

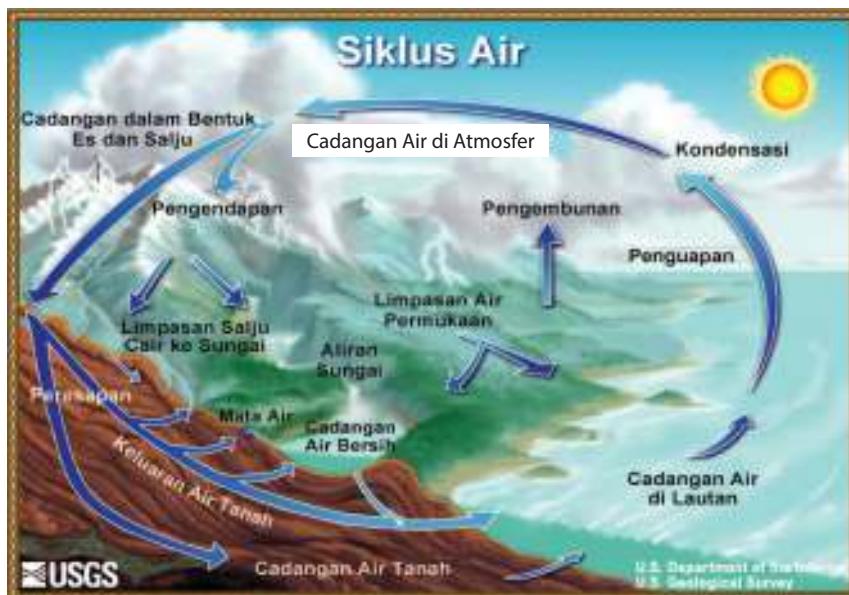
Perhatikan warna foto Bumi pada Gambar 5.45 di samping ini. Warna apa yang dominan pada bola dunia tersebut? Kita juga dapat mengamati bentuk 3 dimensi Bumi dengan aplikasi *google earth* atau menggunakan globe. Dari hasil pengamatan, dapat kita ketahui bahwa warna biru merupakan warna yang dominan.

Sumber: bbc.co.uk
Gambar 5.45 Foto Bumi dari satelit milik NASA

Kita dapat melanjutkan pengamatan menggunakan aplikasi *google earth* atau globe dengan memutar posisi Bumi. Kita akan menemukan bahwa hampir 70% bagian Bumi berwarna biru. Seolah-olah Bumi terselimuti warna biru. Berdasarkan fakta tersebut, Bumi juga sering disebut planet biru. Apakah sebenarnya warna biru itu?

Warna biru menggambarkan perairan yang ada di Bumi. Dengan kata lain, Bumi yang kita huni diselimuti oleh air, atau yang sering disebut **Hidrosfer**. Hidrosfer berasal dari kata *hidros* yang berarti air dan *sphaira* yang berarti selimut. Jadi, hidrosfer merupakan lapisan air yang menyelimuti Bumi. Hidrosfer tidak hanya meliputi perairan yang luas seperti laut dan samudra. Hidrosfer juga meliputi air di danau, sungai, air tanah, dan uap air yang ada di udara.

Air sangat penting bagi kehidupan. Hampir setiap elemen kehidupan memerlukan air untuk melangsungkan kehidupannya. Tumbuhan memerlukan air untuk berfotosintesis, sedangkan manusia memerlukan air untuk metabolisme dan memenuhi kebutuhan hidup. Tidak ada makhluk hidup yang dapat hidup tanpa air.

Jika semua makhluk di Bumi menggunakan air untuk melangsungkan kehidupannya, apakah air yang ada di Bumi akan berkurang dan habis? Atau jumlah air akan bertambah karena adanya hujan? Ataukah jumlah air di Bumi tetap? Air yang ada di Bumi memiliki sebuah siklus yang dinamakan siklus hidrologi atau siklus air. Siklus hidrologi merupakan sebuah proses daur ulang air secara terus menerus, seperti pada Gambar 5.46.

Sumber: wikipedia.org
Gambar 5.46. Proses terjadinya siklus air

Siklus air bermula ketika panas Matahari menguapkan air yang ada di laut dan di permukaan Bumi (*evaporasi*). Uap air tersebut akan berkumpul di angkasa dan terjadi proses kondensasi (pengembunan) hingga terbentuk awan. Awan tersebut kemudian akan berjalan sesuai dengan arah embusan angin. Penguapan yang terjadi setiap hari mengakibatkan uap yang menjadi awan semakin banyak. Jika awan sudah tidak dapat menampung uap dari evaporasi, maka uap air di awan akan turun sebagai hujan. Air hujan akan mengisi cadangan air yang berada di permukaan Bumi. Proses ini berlangsung terus menerus.

Ayo Berdiskusi

Lakukan kajian pustaka lanjutan mengenai siklus air. Setelah melakukan kajian, jawablah pertanyaan berikut. "Apakah air di Bumi berkurang?"

Diskusikan jawabanmu dengan temanmu, jangan lupa untuk menyertakan argumenmu mengenai pertanyaan tersebut.

Seperti yang telah kamu pelajari bahwa air memiliki siklus daur ulang yang berlangsung terus menerus. Dimulai dengan proses evaporasi hingga akhirnya air jatuh kembali ke Bumi dalam bentuk hujan. Siklus air ini menjaga ketersediaan air di Bumi. Akan tetapi, curah hujan yang terjadi setiap tahun tidak sama. Ada kalanya curah hujan rendah (sedikit) dan ada kalanya curah hujan tinggi. Apabila curah hujan tinggi, simpanan air di permukaan Bumi seperti waduk, danau, atau sungai meluap, sehingga berpotensi banjir.

Perhatikan Gambar 5.47 di samping ini. Apakah yang terjadi pada gambar di samping? Pada gambar tersebut terlihat bahwa jalanan di sekitar Monumen Selamat Datang (Bundaran HI) tergenang air yang berwarna cokelat. Terlihat pula mobil yang melintas di jalan juga terendam air akibat banjir yang melanda Jakarta beberapa waktu lalu.

Sumber: http://blogs.swa-jkt.com/
Gambar 5.47 Banjir di Jakarta

Aliran air yang berlebihan hingga meluap ke daratan seperti Gambar 5.48 disebut **banjir**. Banjir berasal dari luapan penyimpanan air, baik itu danau, waduk, maupun sungai yang tidak mampu menampung jumlah air yang sangat besar. Ketika penyimpanan air sudah penuh, maka air yang harusnya disalurkan ke penyimpanan akan meluap ke daratan sehingga membanjiri daerah sekitarnya.

Banjir dapat diakibatkan oleh beberapa hal. *Pertama*, tingginya curah hujan menjadi salah satu faktor penyebab banjir. Hujan yang terus menerus akan mengakibatkan danau, bendungan, atau sungai penuh dan tidak sanggup lagi menampung air yang masuk. Akibatnya, air akan meluap ke daratan di sekitarnya.

Kedua, sistem pengelolaan lingkungan yang buruk. Perhatikan Gambar 5.48. Jika sungai yang ada di tengah pemukiman penuh, kemanakah air akan meluap? Berdasarkan gambar tersebut kamu dapat mengetahui bahwa di daerah tersebut tidak ada tempat resapan air. Akibatnya, jika sungai penuh maka air akan membanjiri pemukiman penduduk.

Sumber: viva.co.id
Gambar 5.48. Kepadatan pemukiman di Jakarta

Dengan terus bertambahnya jumlah penduduk akan berdampak pada meningkatnya kebutuhan tempat tinggal di suatu daerah, sehingga pemukiman di daerah tersebut semakin meluas. Akibatnya, daerah resapan air akan berkurang karena permukaan tanah terlapisi beton dan aspal yang tidak dapat menyerap air. Hal tersebut diperparah oleh penataan bangunan dan wilayah yang tidak memerhatikan sistem pembuangan air. Selain itu, kurangnya pepohonan yang dapat menyerap air juga menjadi penyebab terjadinya banjir.

Sumber: lipsus.kompas.com
Gambar 5.49 Sampah di sungai Ciliwung

Ketiga, akibat perilaku manusia. Coba amati sungai yang tersumbat sampah berikut. Gambar 5.50 merupakan gambar kondisi sungai Ciliwung beberapa waktu lalu. Apakah air di sungai tersebut akan mengalir dengan lancar? Berdasarkan gambar tersebut, kamu dapat mengetahui bahwa sampah akan menghambat laju air di sungai.

Perilaku manusia yang membuang sampah di sungai atau saluran pembuangan air akan memicu terjadinya banjir. Sampah yang dibuang sembarangan akan menyumbat aliran air di sungai atau saluran pembuangan. Akibatnya, ketika hujan air tidak akan mengalir. Air terus tertimbun di suatu tempat hingga akhirnya meluap dan menjadi banjir.

Sumber: metro.tempo.co
Gambar 5.50. Pemukiman di Bantaran sungai

Selain perilaku membuang sampah sembarangan, pembangunan rumah di bantaran sungai juga dapat memicu banjir. Rumah bantaran sungai dibangun dengan menggunakan tepian sungai. Akibatnya, lebar sungai akan berkurang dan daya tampung sungai tersebut juga ikut berkurang. Ketika hujan terjadi, sungai tidak mampu menampung air dalam jumlah besar. Akhirnya, air akan meluap ke daerah sekitar.

Banjir yang melanda suatu daerah dapat memberikan dampak yang serius. Dampak yang ditimbulkan oleh banjir meliputi kerusakan fisik hingga korban jiwa. Banjir dapat merusak bangunan seperti rumah, gedung, jalan raya, atau jembatan. Akibatnya, jalur transportasi terputus dan pengiriman bantuan darurat terhambat.

Banjir juga dapat mengontaminasi sumber air bersih. Biasanya banjir telah bercampur dengan lumpur. Apabila banjir bercampur dengan sumber air bersih, maka air bersih akan terkontaminasi. Akibatnya, sumber air bersih akan menjadi langka. Selain itu, banjir dapat menjadi media penyebaran penyakit, seperti diare dan penyakit kulit.

Sumber: klikpositif.com
Gambar 5.51. Kerusakan akibat banjir

Sumber: *http://1.bp.blogspot.com/*
Gambar 5.52. Tindakan siaga sebelum banjir

Dampak lain dari banjir adalah kerugian ekonomi yang besar. Banjir yang menimpa daerah pertanian akan mengakibatkan gagal panen dan lahan pertanian menjadi rusak. Kerusakan fisik yang disebabkan oleh banjir cukup parah. Butuh biaya yang banyak untuk merenovasi suatu bangunan atau lahan pertanian hingga dapat berfungsi kembali.

Banjir juga sering memakan banyak korban jiwa. Pada banjir yang terjadi di Jakarta selama bulan Februari 2015 tercatat hampir 57.000 jiwa menjadi korban (republika.co.id). Banjir dengan debit air yang besar dapat menenggelamkan seseorang. Selain itu, banjir dengan arus yang deras juga dapat menghanyutkan seseorang hingga akhirnya tenggelam dan meninggal.

Agar terhindar dari bahaya banjir, kita harus melakukan tindakan siaga banjir baik sebelum, saat banjir, maupun setelah banjir. Hal terpenting yang kita lakukan adalah mempelajari lingkungan rumah kita apakah daerah rawan banjir atau tidak. Kita juga harus mengenali tanda-tanda datangnya banjir di daerah kita. Selain itu, kita juga harus mengikuti informasi terkait pengumuman banjir dan letak posko evakuasi yang disediakan. Dengan demikian, kita dapat menentukan tindakan yang akan dilakukan. Agar selalu siapkan peralatan P3K. Lebih baik jika kita memahami keterampilan pertolongan pertama dan tindakan tanggap darurat. Ketika banjir telah mencapai daerah tempat kita tinggal, kita dapat melakukan persiapan sebelum air meninggi. Jika muncul tanda-tanda banjir, kita dapat memindahkan semua peralatan rumah tangga ke dalam rumah di tempat yang lebih tinggi. Hal tersebut bertujuan agar barang-barang tidak hanyut saat terjadi banjir. Kita juga hendaknya menyimpan dokumen penting ke dalam wadah yang kedap air. Misalnya kantong plastik. Selain itu, matikan keran air serta matikan listrik. Hal ini untuk menghindari bahaya tersengat arus listrik dan korsleting serta mempersiapkan barang bawaan untuk mengungsi.

Ketika air mulai meninggi, hendaknya kita segera mengungsi. Karena akan lebih mudah dan lebih aman jika kita mengungsi sebelum air meninggi. Dalam proses evakuasi, ikuti jalur yang telah ditentukan. Apabila belum ada jalur evakuasi yang disarankan, maka pilihlah jalur dengan ketinggian yang rendah dan arus air yang tidak membahayakan. Agar didahulukan anak-anak, orang cacat, dan orang lanjut usia. Hal yang terpenting saat proses evakuasi adalah tetap tenang, tidak panik, serta ikuti arahan yang diberikan petugas yang berwenang. Secara lengkap, tindakan siaga banjir ketika terdapat tanda-tanda banjir seperti dapat dilihat pada Gambar 5.53.

Pada posko evakuasi, ada beberapa tindakan yang perlu diperhatikan. Jangan biarkan anak-anak bermain di daerah banjir, karena berisiko hanyut. Selain itu, kita harus saling membantu sesama pengungsi. Jangan kembali ke rumah sebelum keadaan benar-benar aman dan ada arahan jelas dari petugas yang berwenang.

Setelah banjir surut, kita dapat kembali ke rumah kita masing-masing. Ketika sampai di rumah hendaknya kita jangan langsung masuk rumah. Perhatikan lingkungan sekitar rumahmu. Adakah benda berbahaya atau tidak? Selain itu, periksa keadaan rumah, seperti tembok dan atap rumah. Hal ini bertujuan untuk melihat kondisi rumah, apakah berpotensi runtuh atau tidak. Pastikan rumah cukup aman untuk dimasuki. Selain itu, kita harus memeriksa kabel atau alat elektronik yang terendam air. Jangan langsung menyalakan listrik, hal ini akan berpotensi mengakibatkan korsleting. Ketika membersihkan rumah, kita juga harus berhati-hati jika ada hewan berbahaya di dalam rumah. Secara lengkap diilustrasikan pada Gambar 5.54.

Sumber: http://1.bp.blogspot.com/
Gambar 5.53 Tindakan yang harus dilakukan saat banjir datang

Sumber: *http://1.bp.blogspot.com/*
Gambar 5.54. Tindakan saat di pengungsian banjir dan ketika kembali ke rumah setelah banjir

Dengan melakukan tindakan siaga banjir di atas, diharapkan kita dapat selamat dari bencana banjir serta mengurangi kerugian harta benda. Akan tetapi, tidak semua langkah tersebut dapat dilakukan. Tindakan siaga bencana bersifat fleksibel, menyesuaikan kondisi dan sumber daya di lingkungan sekitar rumah.

RANGKUMAN

1. Bumi terdiri atas lapisan-lapisan penyusun, baik yang tersusun atas padat, cair, maupun gas.
2. Secara umum bumi terdiri atas 3 komponen, yakni Atmosfer, Litosfer, dan Hidrosfer.
3. Atmosfer merupakan lapisan udara yang menyelimuti Bumi.
4. Atmosfer tersusun atas lapisan-lapisan, antara lain Troposfer, Stratosfer, Mesosfer, Termosfer, dan Eksosfer.
5. Udara yang ada di atmosfer memiliki sebuah tekanan udara yang menekan permukaan Bumi.
6. Besarnya tekanan udara menurun seiring dengan bertambahnya ketinggian suatu tempat.
7. Di atmosfer terdapat lapisan ozon yang melindungi Bumi dari radiasi sinar ultraviolet.
8. Litosfer adalah lapisan bebatuan yang menyelimuti Bumi.
9. Salah satu bagian dari litosfer adalah lempeng yang selalu aktif bergerak.
10. Pergerakan lempeng tersebut diakibatkan oleh adanya aliran konveksi dari inti Bumi.
11. Lempeng dapat bergerak saling menjauhi maupun saling mendekati.
12. Ketika lempeng bergerak saling menjauhi, maka akan timbul patahan/ sesar.
13. Jika lempeng bergerak saling mendekati dan bertumbukan, maka akan terjadi subduksi.
14. Salah satu efek dari pergerakan lempeng adalah adanya gempa dan terbentuknya pegunungan berapi.
15. Hidrosfer merupakan lapisan air yang menyelimuti Bumi.

16. Hampir 70% bagian Bumi terdiri atas air.
17. Air yang ada di Bumi memiliki siklus hidrologi yang merupakan proses daur ulang air secara terus menerus.

UJI KOMPETENSI

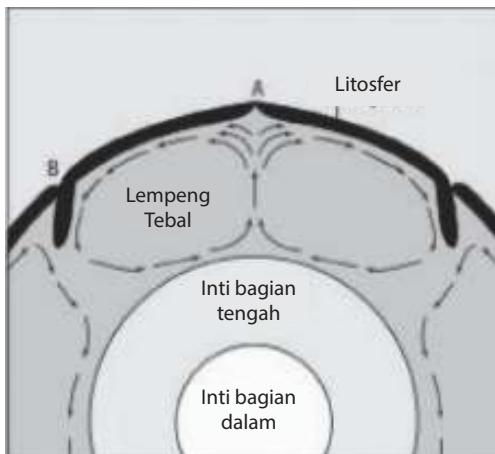
A. Pilihan ganda

Pilihlah jawaban a, b, c, atau d yang paling tepat.

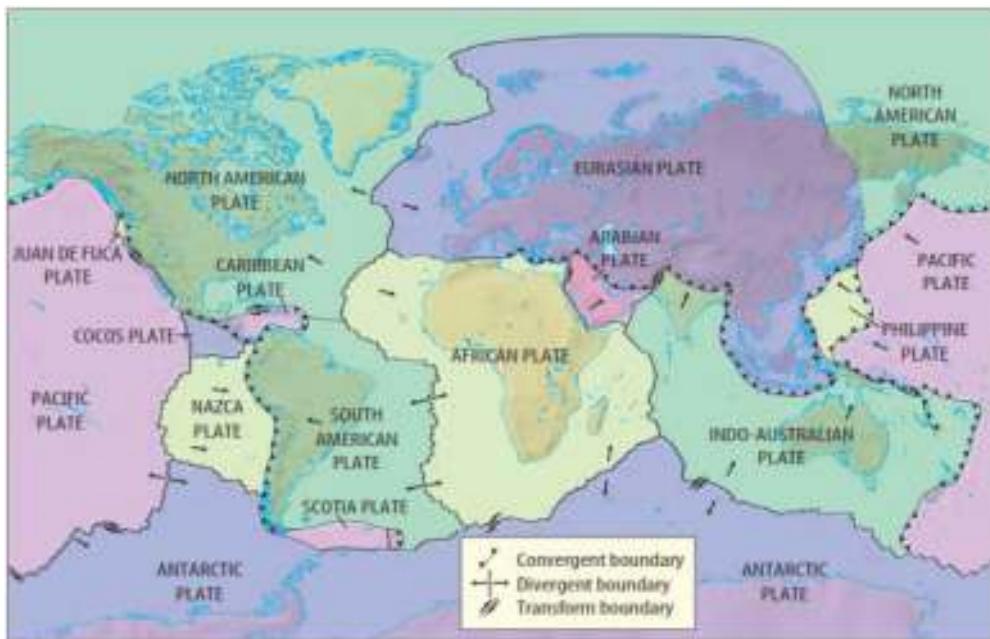
1. Berikut ini yang **bukan** merupakan struktur penyusun Bumi adalah ….
   a. Litosfer
   b. Atmosfer
   c. Kromosfer
   d. Hidrosfer
2. Lapisan atmosfer yang memiliki tekanan paling rendah adalah ....
   a. Troposfer
   b. Mesosfer
   c. Eksosfer
   d. Stratosfer
3. Berikut ini yang merupakan fungsi dari lapisan ozon di atmosfer adalah ....
   a. melindungi Bumi dari cahaya Matahari
   b. melindungi Bumi dari sinar ultraviolet
   c. mengatur suhu Bumi
   d. sebagai pemantul gelombang radio
4. Susunan Litosfer dari dalam hingga ke permukaan Bumi secara berurutan adalah ....
   a. inti dalam, inti luar, mantel Bumi, kerak Bumi
   b. inti dalam, inti luar, kerak Bumi, mantel Bumi
   c. inti dalam, mantel Bumi, inti luar, kerak Bumi
   d. inti dalam, astenosfer, inti luar, kerak Bumi

5. Jika terdapat dua lempeng yang bertumbukan, maka yang akan terjadi adalah ....
   a. terbentuk patahan/sesar
   b. terjadi penekukan lempeng, lempeng yang memiliki massa jenis yang lebih besar menekuk ke bawah lempeng yang massa jenisnya lebih kecil
   c. terjadi penekukan lempeng, lempeng yang memiliki massa jenis yang lebih kecil menekuk ke bawah lempeng yang massa jenisnya lebih besar
   d. tidak terjadi apa-apa

Perhatikan gambar berikut untuk menjawab soal nomor 6-7

Sumber: http://glencoe.mheducation.com

6. Tanda panah pada gambar di atas menggambarkan aliran konveksi dalam Bumi yang mengakibatkan pergerakan lempeng. Lempeng bergerak sesuai dengan aliran konveksi tersebut. Pernyataan berikut yang benar tentang pergerakan lempeng pada titik A ialah ....
   a. lempeng bergerak searah
   b. lempeng bergerak saling mendekat dan bertumbukan
   c. lempeng bergerak saling menjauh
   d. lempeng tidak bergerak
7. Pergerakan lempeng jenis yang terjadi pada bagian B adalah ....
   a. divergen
   b. konvergen
   c. transformasi
   d. tidak jadi pergerakan

Perhatikan gambar berikut untuk menjawab soal nomor 8-9

Sumber: http://www.rofaeducationcentre.com

8. Berdasarkan gambar di atas, lempeng Indo-Australi dengan lempeng Eurasia bergerak secara ....
   a. konvergen
   b. divergen
   c. transformasi
   d. tidak bergerak
9. Pergerakan lempeng Indo-Australi dengan lempeng antartika terjadi secara ....
   a. konvergen
   b. divergen
   c. transformasi
   d. tidak bergerak

10. Perhatikan gambar berikut.

Sumber: http://www.rofaeducationcentre.com

Sebuah pusat gempa tercatat sejauh 1500 km dari sebuah stasiun seismik. Keadaan tersebut digambarkan penyebaran gelombang seismiknya. Pada gambar tersebut titik H berperan sebagai pusat gempa, yang disebut ....

a. episentrum
b. hiposentrum
c. patahan
d. titik primer

B. Uraian

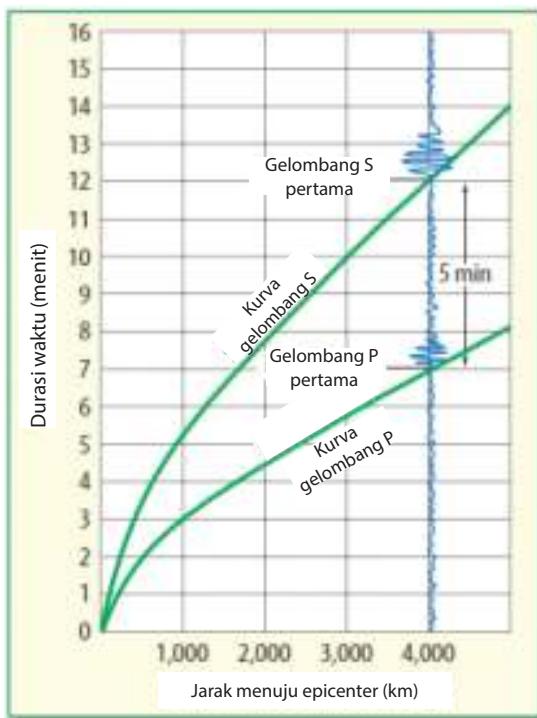
Jawablah soal berikut dengan benar.

1. Jelaskan proses terjadinya gunung berapi jika dikaitkan dengan pergerakan lempeng.

Perhatikan gambar berikut untuk menjawab soal nomor 2-3

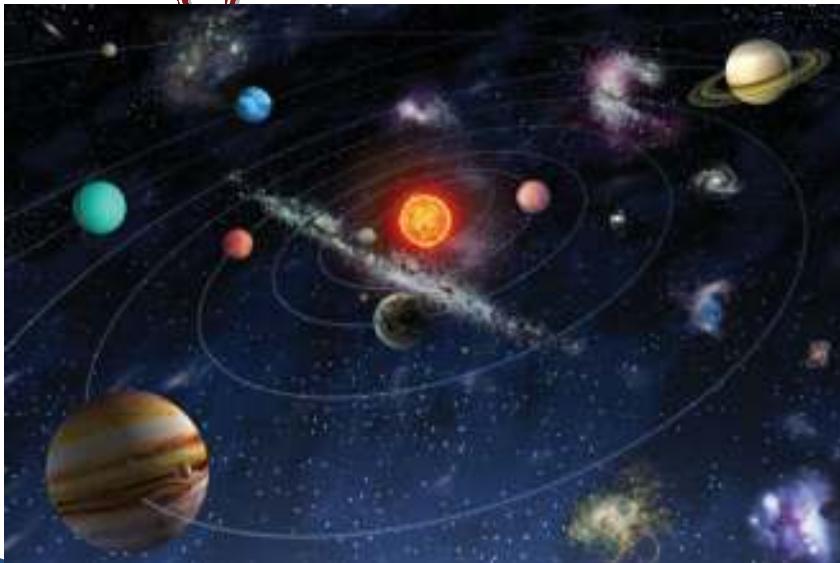
2. Ketinggian gunung puncak Himalaya sekitar 10 km di atas permukaan laut, sedangkan ketinggian puncak Semeru sekitar 4 km. Berapakah kisaran tekanan udara di kedua puncak tersebut?
3. Bandingkan tekanan pada kedua puncak tersebut. Mengapa demikian?

   (Diadaptasi dari Snyder, 2005)

Perhatikan gambar berikut untuk menjawab soal nomor 4-5

Sumber: Biggs, 2008

4. Sebuah gelombang primer tercatat di seismik pada pukul 18.15 dan gelombang sekunder tercatat pada pukul 18.19. Berapakah kisaran jarak antara stasiun seismik dengan episentrum gempa?
5. Jarak stasiun gempa dari episentrum sebesar 1000 km. Berapakah perbedaan waktu datangnya gelombang primer dan sekunder?

Bab 6

Tata Surya

Istilah-istilah Penting

Tata Surya, Bintang, Planet, Rotasi, Revolusi, Bulan Sinodis, Bulan Sideris, Umbra, Penumbra, Komet, Meteoroid, Meteor, Meteorit, Asteroid

Pernahkah kamu amati langit pada malam hari? Benda-benda apa saja yang kamu lihat di langit? Pasti kamu akan melihat ribuan benda langit. Di antara benda-benda langit tersebut ada yang disebut bintang dan ada juga yang disebut planet. Ketika pagi menjelang, masihkah kamu dapat melihat benda-benda langit tersebut? Tentu saja tidak, karena di siang hari kamu hanya dapat melihat Matahari di langit. Ketika malam datang, barulah kamu dapat melihat kembali benda-benda langit tersebut. Mengapa demikian?

Sumber: nasa.gov
Gambar 6.1. Penampakan Bumi

Peristiwa tersebut di atas akan kita pelajari dalam Bab 6 ini, yaitu sistem Tata Surya. Segala sesuatu yang berkaitan dengan sistem Tata Surya akan berpengaruh terhadap sistem kehidupan di Bumi. Maha besar Tuhan yang telah menciptakan alam dengan begitu agungnya. Oleh karena itu, marilah belajar dengan sungguh-sungguh, senantiasa bersyukur serta berusaha untuk menjaga karunia-Nya sebagai wujud ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa agar kelak menjadi manusia yang cerdas dan peduli terhadap semua ciptaan Tuhan SWT.

Ayo Kita Lakukan

Ayo Amati

Perhatikan Gambar 6.2 di samping.

Bagaimanakah bentuk orbital planet-planet dalam Tata Surya?

Sumber: http://idkf.bogor.net/
Gambar 6.2 Orbital planet dalam tata surya

Diskusikan

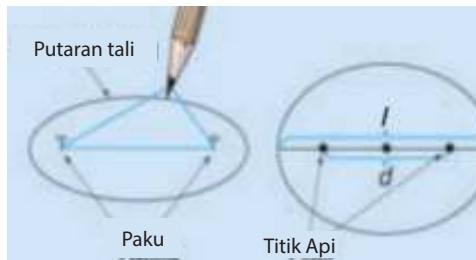
Apa yang dapat kamu simpulkan dari gambar tersebut?

Untuk lebih jelasnya mari kita lakukan kegiatan berikut.

Pemodelan Orbital Planet

1. Buatlah kelompok kerja yang terdiri atas 4 orang siswa.
2. Siapkanlah alat dan bahan sebagai berikut.

Alat dan Bahan	Jumlah
Pins (Paku payung)	2 buah
Penggaris	1 buah
Karton ukuran 23 cm x 30 cm	1 buah
Kertas HVS A4	1 buah
Pensil	1 buah
Benang	Secukupnya

3. Lakukan langkah-langkah berikut.
   a. Buatlah lingkaran dari benang dengan keliling 10 cm.
   b. Letakkan kertas HVS A4 di atas karton.
   c. Tancapkan sebuah pins di bagian pusat kertas HVS A4, yang berfungsi sebagai pins pusat.
   d. Tancapkan sebuah pins dengan jarak 2 cm dari pins pusat.
   e. Letakkan lingkaran benang yang telah dibuat di atas kertas HVS dan pastikan bahwa kedua paku pins yg telah ditancapkan sebelumnya berada di dalam lingkaran tersebut.
   f. Letakkan pensil ke dalam salah satu sisi lingkaran benang tersebut, dan tariklah benangnya sampai meregang.
   g. Gerakkan pensil mengelilingi kedua pins tersebut. (Pastikan benangnya tidak kendur dan ujung pensil menyentuh kertas HVS, sehingga pola garisnya tergambar di atas kertas tersebut).

Sumber: http://idkf.bogor.net/
Gambar 6.2 Ilustrasi pemodelan tata surya

h. Hitunglah Eksentris (ukuran orbit dalam suatu pola lingkaran yang terbentuk), pola yang tergambar dari kegiatan tersebut dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Eksentris } (e) = \frac{\text{Jarak antara kedua pines } (d)}{\text{Panjang sumbu utama } (l)}$$

i. Catat hasil penghitungan eksentris dari masing-masing pola yang terbentuk ke dalam Tabel 6.1.

j. Ulangi langkah a hingga i, dengan mengubah jarak pins dan keliling lingkaran dari benang sebagai berikut.

   Jarak pins 4 cm dan keliling lingkaran dari benang 14 cm.

   Jarak pins 6 cm dan keliling lingkaran dari benang 18 cm.

   Jarak pins 8 cm dan keliling lingkaran dari benang 22 cm.

4. Data Hasil Pengamatan

Tabel 6.1 Hasil penghitungan eksentris dari pola yang terbentuk

No.	Jarak antar pins (*d*)	Panjang Sumbu Utama (*l*)	Eksentris (*d*)
1.	2 cm		
2.	4 cm		
3.	6 cm		
4.	8 cm		

Diskusikan

1. Bagaimanakah efek pengubahan jarak pins dan keliling lingkaran dari benang terhadap pola garis yang terbentuk?
2. Pada percobaan keberapakah diperoleh eksentris terbesar?
3. Bagaimanakah cara menurunkan eksentris dalam mengonstruksi pola garis dalam percobaan tersebut?

Simpulkan

Kesimpulan apa yang dapat dibuat, apabila pins pusat dianalogikan sebagai Matahari dan pola garis yang terbentuk dianalogikan sebagai orbital-orbital planet?

A. Sistem Tata Surya

Manusia telah melihat langit sejak ribuan tahun yang lalu. Pengamatan awal mencatat terkait perubahan posisi dari planet-planet dan mengembangkan ide-ide terkait tata surya yang didasarkan pada pengamatan dan kepercayaan.

Ayo Kita Pelajari
- Sistem tata surya

Mengapa penting?
- Untuk mengetahui pengertian dari sistem tata surya.

Saat ini, manusia juga mengetahui objek di dalam sistem tata surya mengorbit pada Matahari. Selain itu, gravitasi Matahari juga memengaruhi pergerakan benda-benda dalam sistem tata surya sebagaimana gravitasi Bumi memengaruhi pergerakan bulan yang mengorbit padanya.

Pada awal tahun 1600an, Johannes Kepler seorang ahli matematika dari Jerman mulai mempelajari orbit planet-planet. Ia menemukan bahwa bentuk orbit planet tidak melingkar, tetapi berbentuk oval atau elips. Perhitungan lebih lanjut menunjukkan bahwa letak Matahari tidak di pusat orbit, tetapi sedikit *offset*. Kepler juga menemukan bahwa planet bergerak dengan kecepatan yang berbeda dalam orbitnya di sekitar Matahari. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 6.1 berikut.

Tata surya adalah susunan benda-benda lagit yang terdiri atas Matahari sebagai pusat tata surya, planet-planet, komet, meteoroid, dan asteroid yang mengelilingi Matahari.

Tabel 6.1 Rata-rata kecepatan orbital planet dalam tata surya

No.	Planet	Rata-rata Kecepatan Orbital (km/s)
1.	Merkurius	48
2.	Venus	35
3.	Bumi	30
4.	Mars	24
5.	Jupiter	13
6.	Saturnus	9,7
7.	Uranus	6,8
8.	Neptunus	5,4

Sumber:

Tabel 6.1 menunjukkan bahwa planet yang dekat dengan Matahari bergerak lebih cepat daripada planet yang jauh dari Matahari. Bidang edar planet-planet dalam mengelilingi Matahari disebut bidang edar dan bidang edar Bumi dalam mengelilingi Matahari disebut bidang ekliptika. Susunan Tata Surya terdiri atas Matahari, Planet Dalam, Planet Luar, Komet, Meteorid, dan Asteroid.

Sumber: http:// myscienceblogs.com.
Gambar 6..3 Susunan Tata Surya

1. Matahari

Bidang Ekliptika adalah bidang edar bumi dalam mengelilingi Matahari.

Matahari adalah bintang yang berupa bola gas panas dan bercahaya yang menjadi pusat sistem tata surya. Tanpa energi intens dan panas Matahari, tidak akan ada kehidupan di Bumi. Matahari memiliki 4 lapisan, yaitu sebagai berikut.

a. Inti Matahari, memiliki suhu sekitar 1,5 x 10^{7}°C yang cukup untuk mempertahankan fusi termonuklir yang berfungsi sebagai sumber energi Matahari. Energi dari inti akan diradiasikan ke lapisan luar Matahari dan kemudian sampai ke ruang angkasa.

b. Fotosfer, memiliki suhu sekitar 6.000 Kelvin, dengan ketebalan sekitar 300 km. Melalui fotosfer, sebagian besar radiasi Matahari ke luar dan terdeteksi sebagai sinar Matahari yang kita amati di Bumi. Di dalam fotosfer terdapat bintik Matahari, yaitu daerah dengan medan magnet yang kuat dan dingin serta lebih gelap dari wilayah sekitarnya.

Sumber: https://s-media-cache-ak0.pinimg.com
Gambar 6.4 Bagian-bagian Matahari

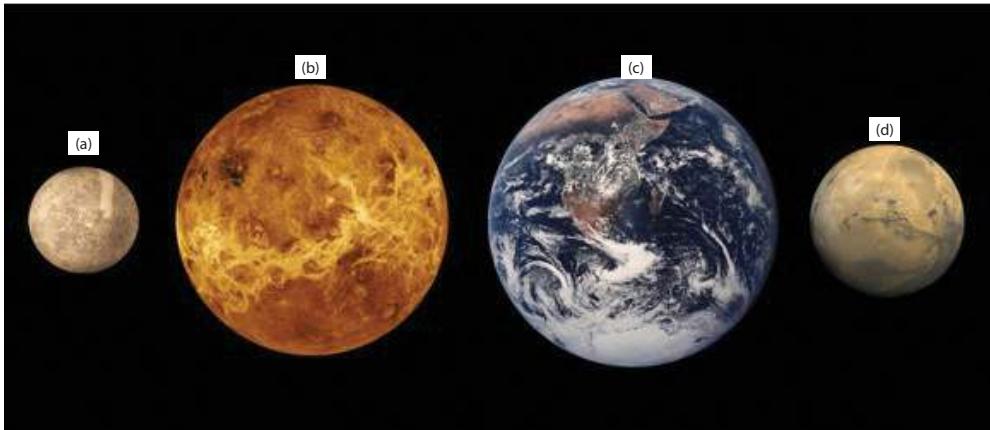
c. Kromosfer, memiliki suhu sekitar 4.500 Kelvin dan ketebalannya 2.000 km. Kromosfer terlihat seperti gelang merah yang mengeliling Bulan pada waktu terjadi gerhana Matahari total.
d. Korona, merupakan lapisan terluar Matahari dengan suhu sekitar 1.000.000 Kelvin dan ketebalannya sekitar 700.000 km. Memiliki warna keabu-abuan yang dihasilkan dari ionisasi atom karena suhu yang sangat tinggi. Korona terlihat seperti mahkota dengan warna keabu-abuan yang mengelilingi Bulan pada waktu terjadi gerhana Matahari total.

Di antara inti dan fotosfer terdapat daerah radiasi dan daerah konveksi. Di daerah tersebut energi berpindah secara radiasi dan konveksi.

Matahari adalah bintang yang terdapat di dalam tata surya yang memiliki empat lapisan, yaitu inti Matahari, fotosfer, kromosfer, dan korona.

2. Planet Dalam

Planet adalah benda langit yang tidak dapat memancarkan cahaya sendiri. Planet hanya memantulkan cahaya yang diterima-nya dari bintang. Planet dalam disebut juga dengan *planet terestrial. Planet terestrial* adalah planet yang letaknya dekat dengan Matahari, berukuran kecil, memiliki sedikit satelit atau tidak sama sekali, berbatu, terestrial, sebagian besar terdiri atas mineral tahan api, seperti silikat yang membentuk kerak dan mantelnya, serta logam seperti besi dan nikel yang membentuk intinya.

Planet adalah benda langit yang tidak dapat memancarkan cahaya sendiri akan tetapi hanya memantulkan cahaya dari bintang yang diterimanya

Sumber: www.universetoday.com
Gambar 6.5 Planet dalam (Merkurius, Venus, Bumi, dan Mars)

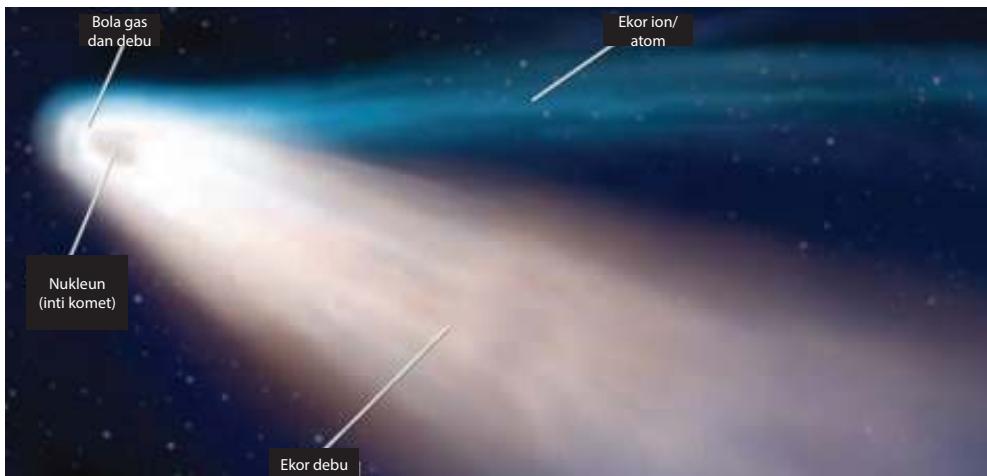
Selain itu, planet dalam juga memiliki atmosfer yang cukup besar untuk menghasilkan cuaca, memiliki kawah dan fitur permukaan tektonik. Seperti lembah retakan dan gunung berapi. Planet dalam terdiri atas: Merkurius, Venus, Bumi, dan Mars.

3. Planet Luar

Planet luar disebut juga dengan planet Jovian. Planet Jovian adalah planet yang letaknya jauh dengan Matahari, berukuran besar, memiliki banyak satelit, dan sebagian besar tersusun dari bahan ringan. Seperti hidrogen, helium, metana, dan amonia. Planet-planet dalam dan luar dipisahkan oleh sabuk asteroid. Planet luar terdiri atas Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus.

Sumber: http://warrensburg.k12.mo.us/
Gambar 6.6 Planet luar

4. Komet

Komet berasal dari Bahasa Yunani, yaitu *Kometes* artinya berambut panjang. Komet adalah benda langit yang mengelilingi Matahari dengan orbit yang sangat lonjong. Komet ini terdiri atas debu, partikel batu yang bercampur dengan es, metana, dan amonia.

Sumber: Glenco Science Level Blue
Gambar 6.7 Bagian-bagian Komet

Bagian-bagian komet, yaitu sebagai berikut.

a. Inti komet, yaitu bagian komet yang berukuran lebih kecil, padat, tersusun dari debu dan gas.
b. Koma, yaitu daerah kabut di sekitar inti.
c. Ekor komet, yaitu bagian komet yang berukuran lebih panjang. Arah ekor komet selalu menjauhi Matahari dikarenakan dorongan yang berasal dari angin dan radiasi Matahari.

5. Meteoroid

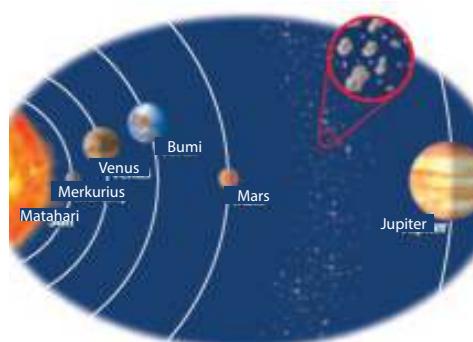
Meteoroid adalah potongan batu atau puing-puing logam (yang mengandung unsur besi dan logam) yang bergerak di luar angkasa.

Sumber: Glenco Science Level Blue
Gambar 6.8 Meteorit di Arizona

Meteorid mengelilingi Matahari dengan orbit tertentu dan kecepatan yang bervariasi. Meteoroid tercepat bergerak di sekitar 42 km/detik. Ketika Meteoroid tertarik oleh gravitasi Bumi, maka sebelum sampai di Bumi, meteorid akan bergesekan dengan

atmosfer Bumi. Gesekan tersebut akan menghasilkan panas dan membakar meteoroid tersebut. Meteoroid yang habis terbakar oleh atmosfer Bumi disebut **meteor**. Apabila Meteoroid tidak habis terbakar oleh atmosfer Bumi dan jatuh ke Bumi disebut **meteorit** (lihat pada Gambar 6.8).

6. Asteroid

Asteroid adalah potongan-potongan batu yang mirip dengan materi penyusun planet. Sebagian besar asteroid terletak di daerah antara orbit Mars dan Jupiter yang disebut sabuk Asteroid.

Sumber: Glenco Science Level Blue
Gambar 6.8 Sabuk Asteroid yang terletak antara orbit Mars dan Jupiter

B. Kondisi Bumi

Ayo Kita Pelajari
- Kondisi bumi

Mengapa penting?
- Untuk mengetahui fakta-fakta sistem Bumi.

Setiap hari kita menyaksikan fajar terbit dari arah timur dan tenggelam di arah barat, kemudian malam menjelang. Apakah benar bahwa Matahari bergerak dari arah timur ke arah barat?

Dahulu orang beranggapan bahwa, Bumi adalah pusat alam semesta. Mereka juga meyakini bahwa Matahari bergerak mengelilingi Bumi. Akan tetapi, keyakinan itu tertumbangkan ketika tahun 1543, Nicholas Copernicus mempublikasikan bahwa Bulan bergerak mengelilingi Bumi, sedangkan Bumi dan planet-planet lainnya bergerak mengelilingi Matahari.

Gagasan lainnya yang tidak benar adalah banyak orang meyakini bahwa Bumi itu datar. Oleh karena itu, mereka takut apabila mereka berlayar cukup jauh ke laut, mereka akan jatuh dari ujung dunia. Bagaimana kamu mengetahui bahwa keyakinan tersebut tidak benar? Atau mengetahui hal itu tidak benar? Bagaimana ilmuwan menentukan bentuk sebenarnya dari Bumi?

1. Bentuk Bumi

Sumber: http://wall--art.com/
Gambar 6.10 Bentuk Bumi

Selama bertahun-tahun para pelaut mengamati bahwa hal yang pertama kali mereka lihat di laut adalah puncak kapal. Hal ini menunjukkan bahwa Bumi berbentuk bulat. Begitu pula pada tahun 1522, Magelhaen telah membuktikan bahwa Bumi berbentuk bulat. Waktu itu dia mengadakan pelayaran dengan arah lurus, kemudian dia berhasil kembali ke tempat awal dia berlayar.

Astronot telah melihat dengan jelas bentuk Bumi. Astronot dari atas melihat bahwa terdapat sedikit tonjolan di khatulistiwa dan terdapat bagian Bumi yang rata di bagian kutubnya. Hal ini menunjukkan bahwa bentuk Bumi tidak benar-benar bulat, akan tetapi sedikit lonjong. Bumi berdiameter sekitar 12.742 km. Sebelum ke topik selanjutnya, terlebih dahulu lakukanlah kegiatan berikut.

Mengamati

Perhatikanlah Gambar 6.11 di samping ini.

Sumber: http://wall--art.com/
Gambar 6.11 Perputaran Bumi mengelilingi Matahari

Menanya

Apakah yang terjadi pada belahan Bumi yang menghadap dan membelakangi Matahari?

Menalar

Apa yang dapat kamu simpulkan dari gambar tersebut? Untuk lebih jelasnya, ayo lakukan kegiatan di bawah ini.

Terjadinya siang dan malam

Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Jumlah
Lampu senter	1 buah
Bola voli/bola sepak	1 buah

Cara Kerja

1. Bentuk kelompok yang beranggotakan 10 orang. Mintalah 8 orang bergandengan tangan membentuk lingkaran dengan posisi saling membelakangi.
2. Mintalah satu temanmu berdiri di luar lingkaran dan menyalakan senter, seolah-olah dia menjadi Matahari.
3. Arahkan nyala senter pada teman-temanmu yang membentuk lingkaran.
4. Teman yang terkena cahaya senter mengalami siang dan yang tidak terkena cahaya mengalami malam. Mintalah temanmu yang mengalami pagi hari mengatakan selamat pagi, yang mengalami siang mengatakan selamat siang, sore mengatakan selamat sore, dan malam mengatakan selamat malam.
5. Mintalah teman-temanmu yang membentuk lingkaran berputar dari barat ke timur berlawanan dengan arah putaran jarum jam.

Analisis

1. Apakah setiap temanmu yang membentuk lingkaran mengalami siang atau malam terus menerus? Mengapa demikian? Jelaskan jawabanmu.
2. Seandainya teman-temanmu yang membentuk lingkaran diana-logikan sebagai Bumi, berapakah kala rotasi Bumi? Apakah kala rotasi tiap kelompok sama?
3. Dalam kehidupan sehari-hari Matahari terlihat bergerak dari timur ke barat. Bagaimanakah kejadian yang sebenarnya?

Simpulkan

Kesimpulan apa yang dapat dibuat berdasarkan aktivitas tersebut?

2. Rotasi Bumi

Rotasi Bumi adalah perputaran Bumi pada porosnya. Sedangkan kala rotasi Bumi adalah waktu yang diperlukan Bumi untuk sekali berputar pada porosnya, yaitu 23 jam 56 menit. Bumi berotasi dari barat ke timur. Aktivitas yang telah kamu lakukan adalah salah satu akibat dari rotasi Bumi, yaitu terjadinya siang dan malam. Adapun akibat lain dari rotasi Bumi adalah sebagai berikut.

a. Gerak semu harian Matahari.
b. Perbedaan waktu.
c. Pembelokan arah angin.
d. Pembelokan arah arus laut.

Sumber: Blaustein, D et al, 1999
Gambar 6.11 Rotasi Bumi

3. Revolusi Bumi

Revolusi Bumi adalah perputaran (peredaran) Bumi mengelilingi Matahari. Kala revolusi Bumi adalah waktu yang diperlukan oleh Bumi untuk sekali berputar mengelilingi Matahari, yaitu 365,25 hari atau 1 tahun. Bumi berevolusi dengan arah yang berlawanan dengan arah perputaran jarum jam. Akibat dari revolusi Bumi, yaitu sebagai berikut.

a. Terjadinya gerak semu tahunan Matahari.
b. Perbedaan lamanya siang dan malam.
c. Pergantian musim.

Rotasi Bumi adalah perputaran Bumi pada porosnya.

Revolusi Bumi adalah peredaran Bumi mengelilingi Matahari.

C. Kondisi Bulan

Bulan adalah benda langit yang terdekat dengan Bumi sekaligus merupakan satelit Bumi. Karena Bulan merupakan satelit, maka Bulan tidak dapat memancarkan cahaya sendiri melainkan memancarkan cahaya Matahari. Sebagaimana dengan Bumi yang berputar dan mengelilingi Matahari, Bulan juga berputar dan mengelilingi Bumi.

Ayo Kita Pelajari
- Kondisi Bulan

Mengapa penting?
- Untuk mengetahui fakta-fakta sistem Bulan.

1. Bentuk Bulan

Bulan berbentuk bulat mirip seperti planet. Permukaan bulan berupa dataran kering dan tandus, banyak kawah, dan juga terdapat pegunungan dan dataran tinggi. Bulan tidak memiliki atmosfer, sehingga sering terjadi perubahan suhu yang sangat drastis. Selain itu, bunyi tidak dapat merambat, tidak ada siklus air, tidak ditemukan makhluk hidup, dan sangat gelap gulita.

Sumber: Atwater, M et al, 1995
Gambar 6.12 Gerak Bulan dan Bumi mengelilingi Matahari

Bulan melakukan tiga gerakan sekaligus, yaitu rotasi, revolusi, dan bergerak bersama-sama dengan Bumi untuk mengelilingi Matahari. Kala rotasi Bulan sama dengan kala revolusinya terhadap Bumi, yaitu 27,3 hari. Oleh karena itu, permukaan Bulan yang menghadap ke Bumi selalu sama. Dampak dari pergerakan bulan di antaranya adalah sebagai berikut.

a. Pasang Surut Air Laut

Pasang adalah peristiwa naiknya permukaan air laut, sedangkan surut adalah peristiwa turunnya permukaan air laut. Pasang surut air laut terjadi akibat pengaruh gravitasi Matahari dan gravitasi Bulan. Akibat Bumi berotasi pada sumbunya, maka daerah yang mengalami pasang surut bergantian sebanyak dua kali. Ada dua jenis pasang air laut, yaitu pasang purnama dan pasang perbani.

1) Pasang Purnama dipengaruhi oleh gravitasi Bulan dan terjadi ketika Bulan purnama. Pasang ini menjadi maksimum ketika terjadi gerhana Matahari. Hal ini karena dipengaruhi oleh gravitasi Bulan dan Matahari yang mempunyai arah yang sama atau searah.
2) Pasang Perbani, yaitu ketika permukaan air laut turun serendah-rendahnya. Pasang ini terjadi pada saat Bulan kuartir pertama dan kuartir ketiga. Pasang perbani dipengaruhi oleh gravitasi Bulan dan Matahari yang saling tegak lurus.

Pasang adalah peristiwa naiknya permukaan air laut.

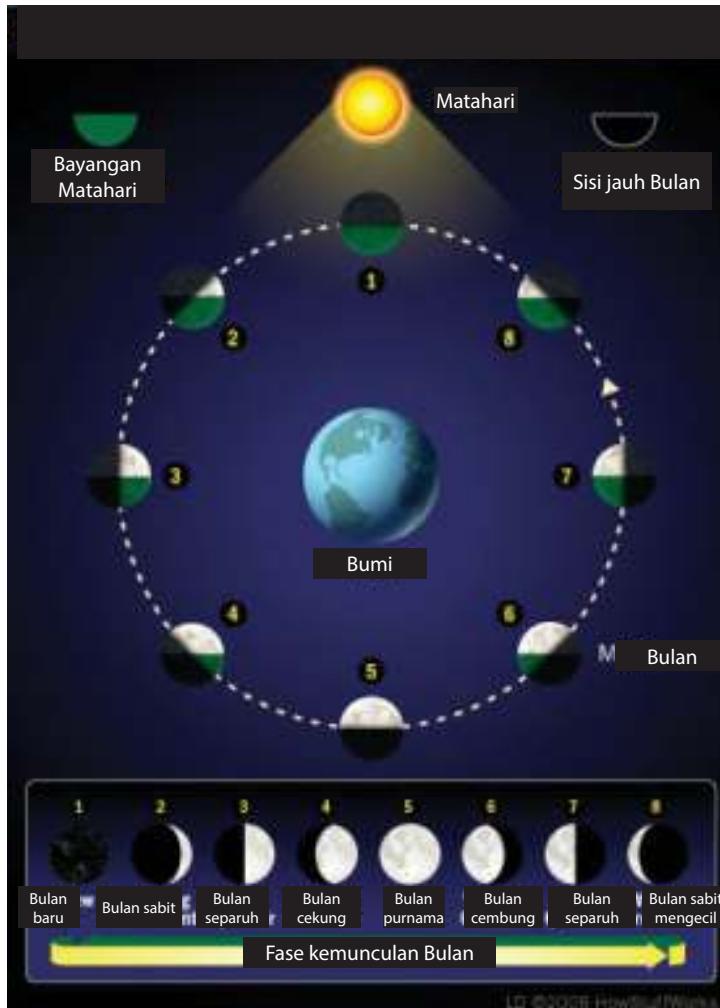
Surut adalah peristiwa turunnya permukaan air laut.

b. Pembagian Bulan

Ada dua pembagian bulan, yaitu bulan sideris dan bulan sinodis. Waktu yang dibutuhkan bulan untuk satu kali berevolusi sekitar 27,3 hari yang disebut kala revolusi sideris (satu bulan sideris). Tetapi karena Bumi juga bergerak searah gerak Bulan, maka menurut pengamatan di Bumi waktu yang dibutuhkan Bulan untuk melakukan satu putaran penuh menjadi lebih panjang dari kala revolusi sideris, yaitu sekitar 29,5 hari yang disebut kala revolusi sinodis (satu bulan sinodis). Kala revolusi sinodis dapat ditentukan melalui pengamatan dari saat terjadinya Bulan baru sampai Bulan baru berikutnya. Satu bulan sinodis digunakan sebagai dasar penanggalan Komariyah (penanggalan Islam).

Bulan Sideris membutuhkan kala revolusi selama 27,3 hari.

Bulan Sinodis membutuhkan kala revolusi selama 29,5 hari

c. Fase-fase Bulan

Sumber: HowStuffWork
Gambar 6.13 Fase-fase Bulan

Fase-fase Bulan merupakan perubahan bentuk-bentuk Bulan yang terlihat di Bumi. Hal ini dikarenakan posisi relatif antara Bulan, Bumi, dan Matahari.

Fase-fase Bulan adalah sebagai berikut.

1. Bulan baru terjadi ketika posisi Bulan berada di antara Bumi dan Matahari. Selama Bulan baru, sisi Bulan yang menghadap ke Matahari nampak terang dan sisi yang menghadap Bumi nampak gelap.
2. Bulan sabit terjadi ketika bagian Bulan yang terkena sinar Matahari sekitar seperempat, sehingga permukaan Bulan yang terlihat di Bumi hanya seperempatnya.

3. Bulan separuh terjadi ketika bagian Bulan yang terkena sinar Matahari sekitar separuhnya, sehingga yang terlihat dari Bumi juga separuhnya (kuartir pertama).
4. Bulan cembung terjadi ketika bagian Bulan yang terkena sinar Matahari tiga perempatnya, yang terlihat dari Bumi hanya tiga perempat bagian Bulan. Akibatnya, kita dapat melihat Bulan cembung.
5. Bulan purnama terjadi ketika semua bagian Bulan terkena sinar Matahari, begitu juga yang terlihat dari Bumi. Akibatnya, kita dapat melihat Bulan purnama (kuartir kedua).

D. Gerhana

Pernahkah kamu mengalami ketika siang hari tiba-tiba secara tidak terduga Matahari menghilang dari langit, sesaat kemudian suasana berubah menjadi gelap dan kemudian Matahari muncul kembali dan memancarkan sinarnya?

Peristiwa tersebut adalah gerhana. Apakah yang menyebabkan terjadinya gerhana? Gerhana terjadi ketika posisi Bulan dan Bumi menghalangi sinar Matahari, sehingga Bumi atau Bulan tidak mendapatkan sinar Matahari. Gerhana juga merupakan akibat dari pergerakan Bulan. Ada dua jenis gerhana, yaitu gerhana Matahari dan gerhana Bulan.

Ayo Kita Pelajari
- Gerhana Matahari
- Gerhana Bulan

Mengapa penting?
- Untuk mengetahui dan menjelaskan proses terjadinya gerhana Matahari dan gerhana Bulan.

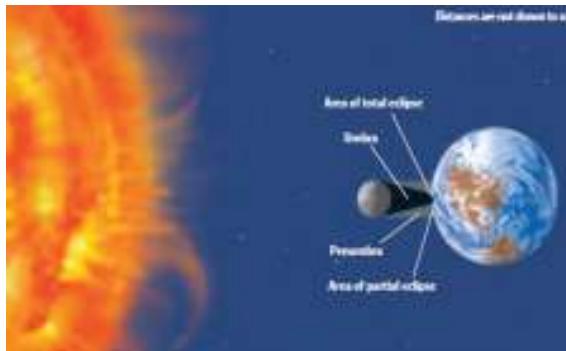
1. Gerhana Matahari

Gerhana Matahari terjadi ketika bayangan Bulan bergerak menutupi permukaan Bumi. Dimana posisi Bulan berada di antara Matahari dan Bumi, dan ketiganya terletak dalam satu garis. Gerhana Matahari terjadi pada waktu Bulan baru.

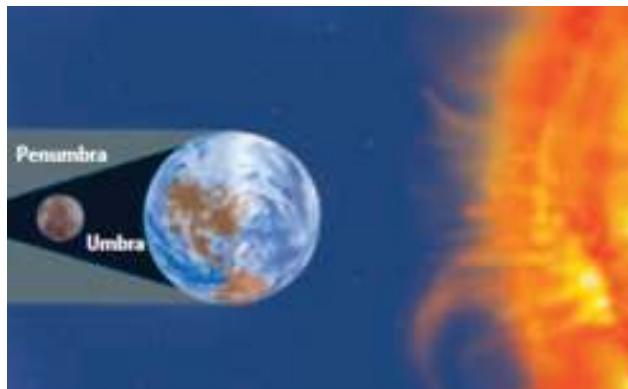
Akibat ukuran Bulan lebih kecil dibandingkan Bumi atau Matahari, maka terjadi tiga kemungkinan gerhana, yaitu sebagai berikut.

a. Gerhana Matahari total, terjadi pada daerah-daerah yang berada di bayangan inti (*umbra*), sehingga cahaya Matahari tidak tampak sama sekali. Gerhana Matahari total terjadi hanya sekitar 6 menit.

b. Gerhana Matahari cincin, terjadi pada daerah yang terkena lanjutan *umbra*, sehingga Matahari kelihatan seperti cincin.

c. Gerhana Matahari sebagian, terjadi pada daerah-daerah yang terletak di antara *umbra* dan *penumbra* (bayangan kabur), sehingga Matahari kelihatan sebagian.

Sumber: Glenco Science Level Blue
Gambar 6.14 Proses terjadinya gerhana Matahari

2. Gerhana Bulan

Gerhana Bulan terjadi ketika Bulan memasuki bayangan Bumi. Gerhana Bulan hanya dapat terjadi pada saat Bulan purnama. Gerhana Bulan terjadi apabila Bumi berada di antara Matahari dan Bulan. Pada waktu seluruh bagian Bulan masuk dalam daerah *umbra* Bumi, maka terjadi gerhana Bulan total. Proses Bulan berada dalam *penumbra* dapat mencapai 6 jam, dan dalam *umbra* hanya sekitar 40 menit.

Sumber: Glenco Science Level Blue
Gambar 6.15 Proses Terjadinya Gerhana Bulan

Umbra adalah bayangan gelap yang terbentuk selama terjadinya gerhana.
Penumbra adalah bayangan kabur (remang-remang) yang terbentuk selama terjadinya gerhana.

Fase-fase Bulan dan Proses Terjadinya Gerhana

Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Jumlah
Senter	1 buah
Bola pingpong	1 buah
Globe	1 buah
Pensil	1 buah

Cara Kerja

1. Bentuklah kelompok yang terdiri atas 4 orang.
2. Tancapkan bola pingpong di ujung pensil dan nyalakan senter.
3. Letakkan bola pingpong, globe, dan senter secara berurutan dalam satu garis lurus.
4. Gerakkan bola pingpong mengelilingi globe.
5. Tempatkan bola pingpong pada posisi Bulan baru, Bulan sabit, Bulan separuh, dan Bulan cembung.
6. Catat hasil pengamatanmu pada Tabel 6.3 berikut.

Tabel 6.3 Hasil pengamatan fase-fase Bulan

Fase-fase Bulan	Hasil Pengamatan
Bulan Baru	
Bulan Sabit	
Bulan Separuh	
Bulan Cembung	

7. Tempatkan bola pingpong di lokasi mana dapat terjadi gerhana Bulan.
8. Dekatkan bola pingpong ke arah Bumi dan kemudian jauhkan dari Bumi.
9. Perhatikan jumlah perubahan ukuran bayangan.
10. Ulangi langkah ke-7 dan ke-8 dengan menempatkan bola pingpong di lokasi mana dapat terjadi gerhana Matahari.

Analisis dan Diskusi

1. Apabila bola pingpong dianalogikan sebagai Bulan, di posisi manakah dapat menyebabkan terjadinya gerhana Bulan dan gerhana Matahari?
2. Bagaimana efek perubahan jarak bola pingpong terhadap globe (langkah 6-9) terhadap bayangan umbra dan penumbra yang terbentuk?
3. Mengapa gerhana Bulan dan Matahari tidak terjadi setiap bulan? Jelaskan.

Simpulkan

Berdasarkan kegiatan yang telah kamu lakukan, kesimpulan apakah yang dapat kamu buat?

Presentasikan hasil kerja kelompokmu di depan kelas dan bandingkan dengan hasil kerja kelompok yang lainnya.

INFO ILMUWAN

Ilmuwan yang telah melakukan penelitian terkait tata surya ada banyak sekali, untuk itu mari kita kenali beberapa di antaranya sebagai berikut.

- **Al-Battani** (858-929 M)

  Al-Battani banyak mengoreksi perhitungan Ptolomeus mengenai orbit Bulan dan planet-planet tertentu. Dia membuktikan kemungkinan gerhana Matahari tahunan dan menghitung secara lebih akurat sudut lintasan Matahari terhadap Bumi, perhitungan yang sangat akurat mengenai lamanya setahun Matahari 365 hari, 5 jam, 46 menit, dan 24 detik. Tak hanya itu saja, ia juga berhasil mengubah sistem perhitungan sebelumnya yang membagi satu hari ke dalam 60 bagian (jam) menjadi 12 bagian (12 jam), dan setelah ditambah 12 jam waktu malam sehingga berjumlah 24 jam.

- **Ibnu Al Syatir** (1304 – 1375 M)

  Ide Ibnu Al-Syatir tentang planet Bumi mengelilingi Matahari telah menginspirasi Copernicus. Akibatnya, Copernicus dimusuhi gereja

dan dianggap pengikut setan. Demikian juga Galileo, yang merupakan pengikut Copernicus, secara resmi dikucilkan oleh Gereja Katolik dan dipaksa untuk bertobat, namun dia menolak.

- **Nicolaus Copernicus** (1473-1543)

  Nicolaus Copernicus adalah seorang astronom, matematikawan, dan ekonom berkebangsaan Polandia yang mengembangkan teori heliosentrisme Tata Surya dalam bentuk yang terperinci, sehingga teori tersebut bermanfaat bagi sains. Teorinya tentang Matahari sebagai pusat Tata Surya yang menjungkirbalikkan teori geosentris tradisional (yang menempatkan Bumi di pusat alam semesta) dianggap sebagai salah satu penemuan yang terpenting sepanjang masa, dan merupakan titik mula fundamental bagi astronomi modern dan sains modern (teori ini menimbulkan revolusi ilmiah).

RANGKUMAN

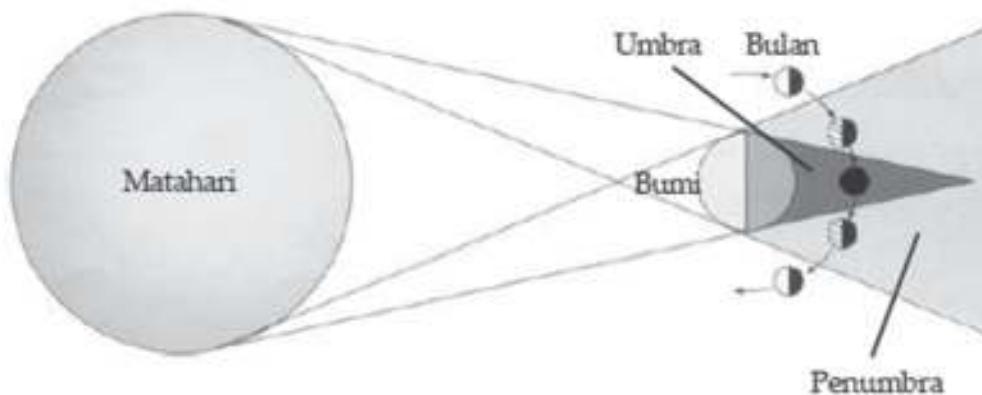
1. Tata surya adalah susunan benda-benda lagit yang terdiri atas Matahari sebagai pusat tata surya, planet-planet, komet, meteoroid, dan asteroid yang mengelilingi Matahari.
2. Matahari adalah bintang yang terdapat di dalam tata surya yang memiliki empat lapisan, yaitu inti Matahari, fotosfer, kromosfer, dan korona.
3. Planet dalam adalah planet yang orbitnya dekat dengan Matahari.
4. Planet dalam terdiri atas Merkurius, Venus, Bumi, dan Mars.
5. Planet luar adalah planet yang orbitnya jauh dari Matahari.
6. Planet luar terdiri atas Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus, dan Pluto.
7. Komet adalah benda langit yang mengelilingi Matahari dengan orbit yang sangat lonjong.
8. Meteoroid adalah potongan batu atau puing-puing logam yang bergerak di luar angkasa.
9. Meteor adalah meteoroid yang habis terbakar oleh atmosfer bumi.

10. Meteorid adalah meteoroid yang jatuh ke bumi.
11. Asteroid adalah potongan-potongan batu yang mirip dengan materi penyusun planet.
12. Rotasi Bumi adalah perputaran Bumi pada porosnya.
13. Kala Rotasi Bumi adalah waktu yang dibutuhkan oleh Bumi untuk sekali berputar, yaitu 23 jam 56 menit.
14. Dampak dari rotasi Bumi di antaranya adalah gerak semu harian Matahari, perbedaan waktu, pembelokan arah angin, dan pembelokan arah arus laut.
15. Revolusi Bumi adalah pergerakan Bumi untuk mengelilingi Matahari.
16. Kala revolusi Bumi adalah waktu yang dibutuhkan oleh Bumi untuk sekali mengelilingi Matahari, yaitu 365,25 hari.
17. Dampak dari revolusi Bumi di antaranya adalah terjadinya gerak semu tahunan Matahari, perbedaan lamanya siang dan malam, dan pergantian musim.
18. Bulan melakukan tiga gerakan sekaligus, yaitu rotasi, revolusi, dan bergerak bersama-sama dengan Bumi untuk mengelilingi Matahari. Kala rotasi Bulan sama dengan kala revolusinya terhadap Bumi, yaitu 27,3 hari.
19. Dampak dari pergerakan Bulan diantaranya terjadinya pasang surut air laut, pembagian Bulan, fase-fase Bulan, gerhana Matahari, dan gerhana Bulan.
20. Gerhana Matahari terjadi ketika posisi Bulan berada di antara Matahari dan Bumi, dan ketiganya terletak dalam satu garis.
21. Gerhana Bulan terjadi apabila Bumi berada di antara Matahari dan Bulan.

UJI KOMPETENSI

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar.

1. Jelaskan susunan Tata Surya.
2. Mengapa Matahari yang menjadi pusat Tata Surya? Jelaskan.
3. Dari manakah energi Matahari dihasilkan?

4. Jelaskan perbedaan antara planet luar dan planet dalam.
5. Jelaskan perbedaan antara meteoroid, meteor, dan meteorit.
6. Sebutkan faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya pasang surut air laut.
7. Selain berotasi dan berevolusi terhadap Bumi, Bulan juga bersama-sama dengan Bumi mengelilingi Matahari. Apabila ditentukan kala rotasi Bumi 1 (satu) hari, kala revolusi Bumi 366 hari, serta kala revolusi dan rotasi Bulan sama, yaitu 29,5 hari. Ketika Bumi telah menempuh seperempat lintasan revolusinya, maka berapa kali Bumi telah berotasi dan berapa kali Bulan telah berevolusi dan berotasi? Jelaskan jawabanmu.
8. Jenis gerhana apakah yang terjadi berdasarkan gambar di bawah ini? Jelaskan.

9. Mengapa gerhana Matahari hanya terjadi kadang-kadang saja, meskipun fakta menunjukkan bahwa rotasi Bulan menyebabkan Bulan berada di antara Bumi dan Matahari pada setiap bulannya? Jelaskan.
10. Mengapa ketika terjadi gerhana Matahari kamu tidak diperbolehkan untuk melihat Matahari secara langsung?

TUGAS PROJEK

Bersama kelompokmu, buatlah makalah yang memuat informasi tentang dampak rotasi dan revolusi bumi dan bulan bagi kehidupan di bumi. Buatlah sebaik mungkin, dan presentasikan di depan kelas pada pertemuan berikutnya.

GLOSARIUM

a

anabolisme
: reaksi metabolisme untuk penyusunan energi

arus energi
: perpindahan energi dari produsen kepada konsumen

asteroid
: potongan-potongan batu yang mirip dengan materi penyusun planet

atmosfer
: lapisan gas yang melingkupi sebuah planet termasuk Bumi dari permukaan planet tersebut sampai jauh di luar angkasa

b

bahan bakar fosil
: bahan bakar yang berasal dari tumbuhan dan hewan- hewan yang sudah jutaan tahun lalu terkubur di dalam bumi

bidang ekliptika
: bidang edar Bumi dalam mengelilingi Matahari

biokimia
: seluruh reaksi yang terjadi dalam sel makhluk hidup

Bulan Sideris
: Bulan yang membutuhkan kala evolusi selama 27,3 hari.

Bulan Sinodis
: Bulan yang membutuhkan kala waktu 29,5 hari

d

dekomposer
: bakteri atau fungi saprofit yang menguraikan organisme yang telah mati

e

energi
: kemampuan melakukan kerja atau mengubah keadaan benda

energi kinetik
: energi yang dimiliki suatu benda karena geraknya

energi potensial
: energi yang dimiliki suatu benda karena letaknya

epifit
: tumbuhan yang menempel pada tumbuhan lain, tetapi tidak menyerap makanan dari tumbuhan yang ditumpanginya

erosi
: pengikisan tanah karena tidak mampu menahan air

eukariotik
: sudah memiliki membran inti sel

f

floem
: pembuluh tapis, yaitu jaringan pembuluh yang berfungsi mengangkut hasil fotosintesis (makanan) dari daun ke akar

fotosintesis
: reaksi antara air (H_2O) dengan gas karbon dioksida (CO_2) yang terjadi pada tumbuhan berdaun hijau

h

herbivora
: hewan pemakan tumbuhan

hidrofit
: tumbuhan yang hidup di air

j

jaring-jaring makanan
: kumpulan rantai makanan yang saling berhubungan satu sama lain

k

kalor lebur
: jumlah kalor yang dibutuhkan oleh satu satuan massa zat padat agar berubah menjadi cair

konveksi
: perpindahan kalor melalui suatu zat yang disertai perpindahan partikel zat tersebut

kapasitas kalor
: jumlah kalor untuk menaikkan suhu benda sebesar 1°C

kapilaritas

gejala yang terjadi pada pipa kapiler atau pipa yang sempit

karnivora

hewan pemakan daging

koefisien muai panjang

bilangan yang menyatakan bertambah panjang 1 m zat padat setiap naik 1°C

koefisien muai luas

bilangan yang menyatakan bertambah luas 1 m jika suhunya naik 1°C

koefisien muai volume

bilangan yang menyatakan bertambah volume 1 m^3 zat jika suhunya naik 1°C

kalor jenis (c) suatu zat

bilangan yang menyatakan jumlah kalor yang dibutuhkan/ dilepaskan oleh 1 kg zat itu agar suhunya berubah 1 K atau 1°C

kalor uap

jumlah kalor yang dibutuhkan oleh satu satuan massa zat cair agar berubah menjadi uap

kalor embun

jumlah kalor yang dilepaskan oleh satu satuan massa uap agar berubah menjadi zat cair

Komet

benda langit yang mengelilingi Matahari dengan orbit yang sangat lonjong

komunitas

kumpulan populasi yang hidup pada daerah tertentu

kompetisi

pola interaksi antara beberapa organisme yang bersaing dalam mendapatkan zat-zat yang dibutuhkan

konduksi

perpindahan energi pada suatu zat tanpa memindahkan partikel zat itu

konduktor

zat yang dapat menghantarkan kalor dengan baik

kohesi

gaya tarik-menarik antara partikel-partikel yang sejenis

konveksi

perpindahan kalor karena dibawa oleh partikel zat yang ikut berpindah

konsumen

pemakan tumbuhan atau hewan lain

klasifikasi

proses pengelompokan makhluk hidup berdasarkan ciri-ciri persamaan dan perbedaan

klorofil

pigmen warna pada tumbuhan yang berwarna hijau

kristalisasi

pemisahan campuran yang dilakukan untuk memisahkan campuran padat dan cair dengan cara menguapkan zat cairnya

l

lapisan ozon

lapisan gas yang terdapat di stratosfer dan berfungsi melindungi Bumi dari bahaya radiasi ultraviolet sinar Matahari

lentisel

celah antarsel pada kulit batang atau akar tumbuhan dan berfungsi sebagai alat pernapasan

lensa objektif

lensa mikroskop yang paling dekat dengan objek yang diamati

lensa okuler

lensa mikroskop yang paling dekat dengan mata

limbah

sisa pembuangan

m

Meteor

meteoroid yang habis terbakar oleh atmosfer Bumi

Meteorit

meteoroid yang jatuh ke Bumi.

Meteoroid

potongan batu atau puing-puing logam yang bergerak di luar angkasa

molekul

partikel terkecil dari suatu zat yang masih bersifat zat asalnya

molusca
: hewan yang memiliki tubuh lunak

morfologi
: sifat yang nampak dari luar tubuh makhluk hidup

multiseluler
: bersel banyak

n

nukleus
: inti sel yang berfungsi sebagai pusat pengatur kegiatan sel

o

omnivora
: hewan pemakan tumbuhan dan daging

organ
: beberapa jaringan yang saling bekerja sama mendukung fungsi tertentu

p

partikel
: bagian terkecil suatu zat yang masih mempunyai sifat zat itu

pasang
: peristiwa naiknya permukaan air laut

pencemaran air
: suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan, dan air tanah akibat aktivitas manusia

pencemaran tanah
: keadaan dimana bahan kimia buatan manusia masuk dan mengubah lingkungan tanah alami

pencemaran udara
: kehadiran satu atau lebih bahan kimia di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan

penumbra
: bayangan kabur (remang-remang) yang terbentuk selama terjadinya gerhana

pH
: ukuran untuk menentukan tingkat keasaman suatu larutan

piknometer
: alat untuk menentukan massa jenis zat cair

piramida makanan
: perbandingan antara komposisi massa produsen dan konsumen

Planet
: benda langit yang tidak dapat memancarkan cahaya sendiri, akan tetapi hanya memantulkan cahaya bintang yang diterimanya

planet dalam
: planet yang orbitnya dekat dengan Matahari

planet luar
: planet yang orbitnya jauh dari Matahari

polusi
: proses pencemaran lingkungan karena zat tertentu

populasi
: kumpulan individu yang sejenis

porifera
: hewan yang tubuhnya banyak memiliki pori

preparat
: objek pengamatan yang berupa awetan atau sediaan

predasi
: bentuk hubungan antara pemangsa dan hewan yang menjadi mangsanya

produsen
: penghasil makanan, yaitu tumbuhan

prokariotik
: sel yang tidak mempunyai membran inti

proton
: partikel pembentuk atom yang mempunyai massa sama dengan satu dan bermuatan +1

r

radiasi
: perpindahan energi tanpa zat perantara

rantai makanan
: peristiwa makan dan dimakan

revolusi Bumi
: peredaran Bumi mengelilingi Matahari

rotasi Bumi
: perputaran Bumi pada porosnya

s

sampah organik
: sampah yang berasal dari sisa organisme

sel

satuan struktural dan fungsional terkecil yang menyusun tubuh makhluk hidup

simbiosis

hubungan yang erat antara dua organisme yang berbeda

(SI)

sistem satuan yang digunakan di seluruh dunia

sistem organ

kumpulan beberapa organ yang mempunyai kesatuan fungsi tertentu

skalar

besaran yang hanya mempunyai nilai saja

spermatophyta

tumbuhan yang menghasilkan biji

sporofit

tumbuhan penghasil spora

stomata

mulut daun sebagai alat pernapasan tumbuhan dan letaknya pada daun

stobilus

merupakan bunga berbentuk kerucut pada tumbuhan berbiji terbuka

sublimasi

proses perubahan wujud padat menjadi gas atau sebaliknya tanpa melalui wujud cair

sumber energi

sesuatu yang menghasilkan energi

sumber energi terbarukan

sumber energi yang dapat dihasilkan kembali setelah digunakan

sumber energi tak terbarukan

sumber energi yang hanya dapat dipakai sekali saja

surut

peristiwa turunnya permukaan air laut

t

tata surya

susunan benda-benda lagit yang terdiri atas Matahari sebagai pusat tata surya, planet-planet, komet, meteoroid, dan asteroid yang mengelilingi Matahari

termometer

alat untuk mengukur suhu suatu benda

titik beku

suhu dimana suatu zat cair mulai membeku titik didih suhu dimana zat cair mulai mendidih pada tekanan 1 atmosfer

titik embun

suhu dimana uap mulai mengembun menjadi zat cair

titik lebur

suhu dimana zat padat mulai melebur menjadi zat cair

titik uap

suhu dimana zat cair mulai mendidih pada tekanan 1 atmosfer

u

umbra

bayangan gelap yang terbentuk selama terjadinya gerhana

uniseluler

bersel satu

v

vakuola

rongga sel

vegetatif

cara reproduksi makhluk hidup secara aseksual yaitu tanpa adanya peleburan sel kelamin jantan dan betina

x

xerofit

tumbuhan yang habitatnya di daerah kering atau panas

xilem

pembuluh kayu yaitu jaringan pembuluh yang berfungsi mengangkut air dan garam mineral

INDEKS

DAFTAR PUSTAKA

Allan. Richard. 2004. *Senior Biology I.* New Zeland : Biozone International Ltd.

Alton Biggs, Chris Kapicka, & Linda Lundgren. 1995. *The Dynamics of Life*. New York: Mc Graw-Hill.

Agus R. dan Rudy S. 2008. *GLOBAL WARMING. Edisi Pertama*. hiduplebihmulia. wordpress.com

Atwater. M.. Baptiste. H.P.. Daniel. L.. Hackett. J.. Moyer. R.. Takemoto. C.. Wilson- Mathews. N. 1995. *Propeties of Matter. Teacher's Resource Matters.* New York: Macmillan/McGraw-Hill School Division.

Bambang. 2013. *Tsunami*. (Online) http://id. Fst.undip.ac.id//proses terjadinya tsunamin. (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015).

Beaton, A.E., Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Gonzalez, E.J., Kelly, D.L., and Smith, T.A. 1996. *Science Achievement in the Middle School Years: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS).* Chestnut Hill, MA: Boston College.

Bigs Altons, Feather Ralph, Rillero Petter, Zike Dinah. 2008. *Science Level Blue*. Columbus: Glenco/McGraw-Hill.

Biggs, A., Ralph M. Feather Jr., Peter Rillero, Dinah Zike. 2008. *Glencoe Science: Science Level Blue*. Ohio: Mc-Graw Hill

Bigs Altons, Daniel Lucy, Feather Ralph, Ortleb Edward, Rillero Petter, Snyder Susan Leach, Zike Dinah . 2008. *Science Level Green*. Columbus: Glenco/McGraw-Hill.

Blaustein. D.. Butler, L.. Matthias. W. & Hixson. B. 1999. *Science. An Introduction to the Life. Earth. and Physical Sciences.* New York: GLENCOE/McGraw-Hill.

Borrero, F., dkk. 2008. *Glencoe Science, Earth Science: Geology, the Environment, and the Universe.* Ohio: Mc-Graw Hill.

Champbell Niel A, Urry Lisa A, Cain Michael L, Wasserma Steven A, Minorsky Peter V, Jacson Robert B. 2008. *Biologi eighth edition.* San Fransisco: Pearson Benjamin Cummings.

Champbell Niel A, Urry Lisa A, Cain Michael L, Wasserma Steven A, Minorsky Peter V, Jacson Robert B. 2011. *Biologi ninth edition.* San Fransisco: Pearson Benjamin Cummings.

Chew, Charles and Leong See Cheng. 2003. *Comprehensive Physics for O level Scince.* Singapore.

Chuen Wee Hong, et al. 2001. Spectrum. *Interactive Science for Lower Secondart Levels. Coursebook 1.* Singapore: SNP Pan Pacific Publishing.

Clegg. CJ and DG Mackean. 2000. *Advanced Biology Principles and Applications.* London: John Murray (Publishers) Ltd.

Cloethingh, S., Jorg Negendank. 2010. *New Frontiers in Integrated Solid Earth Sciences.* New York: Springer.

Cooper. Christopher. 2001. *Jendela Iptek*: Materi. Jakarta: Balai Pustaka.

Geographic National. *"What is Global Warming?".* Diakses tanggal 10 Oktober 2015. http://environment. nationalgeographic.com/environment/global-warming/gw-overview/.

Global Climate Change. *"A Blanked Around the World"*. Diakses tanggal 10 Oktober 2015. http://climate. nasa.gov/causes/.

Heyworth. Rex M.Dr. *Science Discovery for Lower Secondary. Vol.2*. Singapore: Pearson Education South Asia Pte Ltd.

Heyworth. Rex. M .2000. *Explore Your World Science Discovery*. Singapore: Pearson Educational Asia Pte Ltd.

IEA. 2003. *TIMSS 2003 Released Items: Eighth Grade Science.* Chestnut Hill, MA: Boston College.

IEA. 2007. *TIMSS 2007 Released Items: Eighth Grade Science.* Chestnut Hill, MA: Boston College.

Info Indonesia. 2013. *Penampakan Bumi*. (Online) http://id.infoindonesia.com//penampakan bumii (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

Info Indonesia. 2013. *Peta Dunia*. (Online) http://id.infoindonesia.com//peta duniai (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

JGR Briggs. 2004. *Chemistry for O level. Pearson Education*. Singapore: Asia Pte Ltd. Kistinnah. I. dan Sri Lestari. E. 2009. *Biologi Makhluk Hidup dan Lingkungannya*. Jakarta: Pusat Perbukuan Depdiknas.

Kebudayaan Indonesia. 2012. *Permainan Panjat Pinang*. (Online) http://id. Kebudayaanindonesia.com// permainan. (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

Kompas. 2012. *Sampah*. (Online) http://id. Lipsus.kompas.com//sampah di Ciliwungn. (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

Liem. Tik.L. 2007. *Invitations to Science Inquiry. Asyiknya Meneliti Sains.* Bandung: Pudak Scientific.

Marder. Sylvia. S. 2004. *Biology*. Ney York : Mc.Graw-Hill.

Martoyo. dkk. 2003. *Terampil Menguasai dan Menerapkan Konsep Kimia*. Solo : PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.

McLaughlin. Charles W. & Thompson. Marilyn. 1997. *Physical Science*. New York: GLENCOE/McGraw-Hill.

Metro. 2012. *Pemukiman*. (Online) http://id. Metro tempo.com//pemukiman kena banjirn. (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

Nasional Geographic. 2014. *Meteor*. (Online) http://id. nationalgeographic.com//fenomena hujan meteori (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

Nasional Geographic. 2013. *Patahan*. (Online) http://id. nationalgeographic.com//fenomen patahani (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

Neil . Campbell. Jane B. Reece. Lawrence G. Mitchell : Alih bahasa Rahayu Lestari(et al): Editor Amalia Safitri. Lemeda Simarmata. Hilarius W. 2002. *Biologi. Edisi kelima*. Jakarta: Erlangga.

Newmark. Ann.2001. *Jendela Iptek : Kimia*. Jakarta : Balai Pustaka.

Pollock. Steve. 2001. *Jendela Iptek : Ekologi*. Jakarta : Balai Pustaka.

Republika. 2014. *Tambang Freeport*. (Online) http://id.republika.com// tambang pt freeporti (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

Sadava, David., David M. Hillis, H.C. Heller, dan May R. Berenbaum. 2011.*Life: The Science of Biology, Edisi 9*. Sinauer Associates, Inc. USA.

Save Planet. *"Global Warming Effect and Causes"*. Diakses tanggal 10 Oktober 2015.http://planetsave.com/2009/06/07/global-warming-effects-and-causes-a-top-10-list/.

Science Live. *"Global Warming: News, Facts, Causes, & Effect"*. Diakses tanggal 10 Oktober 2015. http://www.livescience.com/topics/global-warming/.

Science education. 2013. *Satelit bumi*. (Online) http://id. science.edu//satelit bumi (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

Science education. 2013. *Konveksi*. (Online) http://id. science.edu/proses konveksii (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

Scientist Union of Concerned. *"Global Warming"*. Diakses tanggal 10 Oktober 2015. http://www.ucsusa.org/our-work/global-warming/solutions/global-warming-solutions-reduce-emissions#.Vhk9fex_Oko.

Snyder, S. L., Ralph M. Feather Jr., Dinah Zake. 2005. *Glencoe Science: Earth Science*. Ohio: Mc-Graw Hill

Tay, Beverly. 2002. *Effective Guide to Science Secondary 2 S/E/N(A)*. First Lok Yang Road. Pearson Education South Asia Pte Ltd.

Tjasyono, Bayong. 2004. *Klimatologi*. Bandung: ITB

Tjasyono, Bayong. 2014. *Keajaiban Alam Semesta*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya

Walker. Richard. 2001. *Under The Microscope: Making Life. How We Reproduce and Grow*. Danbury. Connecticut: Grolier International. Inc.

Walluyo. 2012. *Erupsi*. (Online) http://id. Mountmerapi.net//erupsin. (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

Wasis, dkk. 2008. *Contextual Teaching and Learning. Ilmu Pengetahuan Alam. Sekolah Menengah Pertama Kelas VII (BSE)*. Jakarta: Pusat Perbukuan Depdiknas.

Weather. 2015. *Suhu Surabaya*. (Online) http://id.weather.com//permainan. (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

Wee Hong, Chuen., dkk. 2000. *Spectrum Interactive Science for Lower SecondaryLevels*. Jurong, SNP Pan Pacific Publishing Pre Ltd.

Wikipedia. 2014. *Troposfer*. (Online) http://id. wikipedia.org//awan yang ada di troposferi (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

Wikipedia. 2014. *Tekanan udara*. (Online) http://id. wikipedia.org/tekanan udarai (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

Wikipedia. 2013. *Lapisan Tanah*. (Online) http://id. wikipedia.org/lapisan tanahi (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

Wikipedia. 2013. *Penyebaran Fosil*. (Online) http://id. wikipedia.org/Penyebaran fosili (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

Wolke. R.L.2004. *Einstein Aja Gak Tahu*. 2004. Jakarta : Scientific Press. Yearly. 2008. Chemistry. Singapore: Global Publishers.

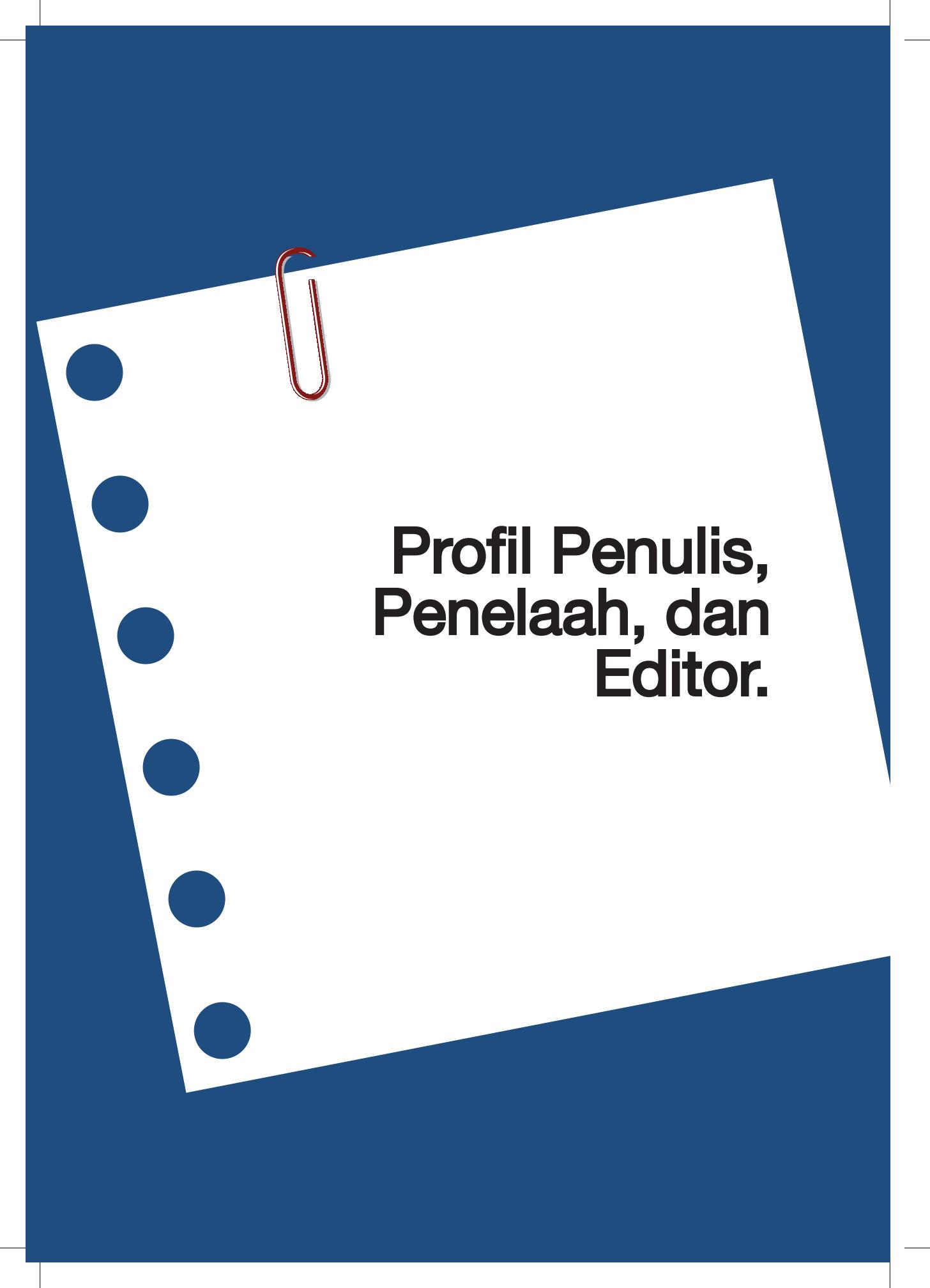
. 2001. Jendel*a Iptek: Tubuh Manusia*. Jakarta : Balai Pustaka. Suryatin. 2008. IPA Terpadu (BSE). Jakarta: Pusat Perbukuan Depdiknas.

. 2011. *Rumah sehat*. (Online) http://id.rumahsehatedu.go.id//rumahsehatn. (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

. 2012. *Gempa*. (Online) http://id.infobmkg.go.id.com//yang dilakukan ketika gempan. (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

. 2012. *Gempa*. (Online) http://id.infobmkg.go.id.//yang dilakukan setelah gempan. (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

-. 2012. *Pemukiman Jakarta*. (Online) http://id. vivo.co.id//kepadatan pemukiman di Jakartan. (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

. 2012. *Gunung merapi*. (Online) http://id.jogja.com.//awan panas pada gunung merapi n. (Diakses pada tanggal 1 Februari 2015)

Profil Penulis, Penelaah, dan Editor.

Profil Penulis

Nama Lengkap : Dr. Wahono Widodo, M.Si
E-mail : wahonowidodo@unesa.ac.id
Akun Facebook :
Alamat Kantor : Gedung C12 Kampus Unesa, Jl Ketintang Surabaya
Bidang Keahlian: Pendidikan IPA

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir:

1. 1993 – 2016: Dosen Universitas Negeri Surabaya

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S3: Pendidikan IPA UPI, (2007-2010)
2. S2: Fisika Universitas Gadjah Mada, (1996-1999)
3. S1: Pendidikan Fisika IKIP Surabaya (1987-1992)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. IPA CTL Kelas VIII, BSE, 2008.
2. Mari Belajar IPA, Kelas IX, BSE, 2008.
3. Konsep Dasar IPA, 205.
4. Pengembangan Pembelajaran IPA, 2013
5. Buku Siswa IPA K13, Kelas VII, 2013 dan 2014.
6. Buku Guru IPA K13, Kelas VII, 2013 dan 2014.
7. Fisika Umum, 2015.

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Pengembangan Pengembangan Prototipe Kurikulum Berorientasi Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia Untuk Meningkatkan Kompetensi Profesional Dan Pedagogik Calon Guru Pendidikan Sains. Dikti/Hibah Kompetensi/2015.
2. Pengembangan Perangkat Pembelajaran untuk Melatih Keterampilan Pemecahan Masalah. Unesa/PUPT Offline/2015.
3. Studi Penelusuran Lulusan S1 Pendidikan IPA. BOPTN/2015.
4. Pengembangan Perangkat Pembelajaran untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kreatif. Dikti/PUPT /2014
5. Pengembangan Model Pembelajaran IPA Inovatif untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi dan Budaya Belajar Siswa. Dikti/Hibah Pascasarjana/2011-2013 Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi dan Budaya Belajar Siswa
6. Pengembangan Prototipe Kurikulum Berorientasi Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia Untuk Meningkatkan Kompetensi Profesional Dan Pedagogik Calon Guru Pendidikan Sains. Dikti/Hibah Kompetensi/2012-2014.
7. Model-Model Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi untuk Mengembangkan Keterampilan Generik Sains dan Berpikir Tingkat Tinggi Pebelajar. Dikti/Hibah Pascasarjana/2009-2010.
8. Pengembangan pembelajaran Tematik untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran di Kelas SD). Dikti/Hibah Bersaing/2006-2007..

Nama Lengkap : Siti Nurul Hidayati,S.PD.,M.Pd.
E-mail : sitihidayati@unesa.ac.id
Akun Facebook : Siti Nurul
Alamat Kantor : Kampus Unesa Ketintang,
Jl Ketintang Surabaya
Bidang Keahlian: Pendidikan Kimia

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir:

1. 2011 – 2016: Dosen Jurusan Pend. IPA Unesa Surabaya.
2. 2008 – 2010: Dosen Jurusan Pend. IPA Unesa Surabaya.
3. 2005 – 2007: Guru SMA Muhammadiyah 4 Porong,Sidoarjo

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S2: Pendidikan Sains Pasca Sarjana Unesa (1999-2002)
2. S1: Pendidikan Kimia IKIP Surabaya (1994-1999)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Kewirausahaan Universitas (2015)
2. Dasar-Dasar Pendidikan (2015);
3. Buku IPA kelas VII kurikulum 2013 (2014)
4. Biotechnopreneurship (2013)
5. Panduan Praktikum Kimia SMA (2010)

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

Pengembangan modul E-learning Bidang Kewirausahaan (2015-2016)
Pengembangan penilaian Autentik Untuk Mengukur ketrampilan pemecahan masalah (2015-2016)
Pemanfaatan Makro alga air laut sebagai bahan pembuatan etanol menggunakan Sacharomises cereviseae di papar kolkisin (2013)

Nama Lengkap : Dr. Fida Rachmadiarti, M.Kes.
Telp. Kantor/HP : 031-8296427
E-mail : fidarachmadiarti@unesa.ac.id
Akun Facebook : Fida
Alamat Kantor : Kampus Unesa Ketintang,
Jl Ketintang, Surabaya
Bidang Keahlian: Biologi/Ekologi

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir:

1. 1987-1988: Dosen di FAPERIK Universitas Hang Tuah Surabaya
2. 1988-sekarang: Dosen di JURUSAN Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S3: Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Universitas Braawijaya (2009-2013)
2. S2: Biologi Medis Universitas Airlangga (1991-1994)
3. S1: Biologi Universitas Airlangga (1983-1987)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Buku Teks Pelajaran IPA untuk SMA Kelas VII (2004).

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Pengembangan Model Bioremediasi Menggunakan Lemnaceae dan Protozoa Sebagai Sistem Pengolahan Air Sungai di Kali Surabaya (2006)
2. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Biologi Umum berbasis Inkuiri (2006)
3. Pengembangan Alat Pengolahan Air Kali Surabaya Menggunakan Wolfia dan Paramecium sp. Untuk Meningkatkan Kualitas Air Irigasi (2008)
4. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Biologi SMP berbasis Inkuiri (2008)
5. Pengembangan Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) Biologi Lingkungan berbasis inkuiri Berbahasa Inggris untuk Kelas Internasional (2009)
6. Peningkatan kualitas perkuliahan general ecology berbasis penelitian pada mahasiswa pendidikan biologi kelas internasional (2012)
7. Pemetaan Asam amino (Free Amino Acid) dan Rhizobakteri pada Semanggi
8. (Marsilea crenata Presl.) dan Kiambang (Salvinea molesta) Sebagai
9. Fitoremediator Logam Pb (2015-2016)

Profil Penelaah

Nama Lengkap : Prof. Dra. Herawati Susilo, M. Sc., Ph. D
E-mail : herawati.susilo.fmipa@um.ac.id
Akun Facebook : herawati_susilo@yahoo.com
Alamat Kantor : Jurusan Biologi FMIPA UM, Jalan Semarang 5 Malang 65145
Bidang Keahlian: Bidang penelitian pendidikan Sains utamanya Biologi dan pengembangan keprofesian guru dan dosen terutama melalui kegiatan PTK dan Lesson Study.

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir:

1. 2011 – Sekarang: Kepala Pusat Pengembangan Sumber Belajar (P2SB) LP3 UM.
2. 1987 – Sekarang: Dosen Program Pascasarjana, Universitas Negeri Malang.
3. 1980 – Sekarang: Dosen FKIE IKIP Malang, FMIPA Universitas Negeri Malang.

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. Gelar Ph.D bidang Science Education, The University of Iowa, Iowa City, Iowa, USA (1984-1987).
2. Gelar M. Sc bidang Science Education, The University of Iowa, Iowa City, Iowa, USA (1983-1984).
3. Sarjana Pendidikan Ilmu Hayat FKIE IKIP Malang (1977-1978).
4. Sarjana Muda Pendidikan Ilmu Hayat FKIE IKIP Malang (1974-1976).

Nama Lengkap : Dr. Maria Paristiowati, M.Si
E-mail : maria.paristiowati@unj.ac.id
Akun Bloog : edukasi-mp@blogspot.com
Alamat Kantor : Program Studi Pendidikan Kimia FMIPA UNJ Rawamangun Jakarta 13220.
Bidang Keahlian: Pengembangan pembelajaran kimia baik di sekolah maupun di universitas khususnya yang diterapkan dalam penyiapan guru dan peningkatan profesionalisme Guru Kimia/IPA melalui kegiatan PTK dan Lesson Study.

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir:

1. 2015–2019 : Ketua Program Studi Pendidikan Kimia FMIPA UNJ
2. 2011 – Sekarang: Dosen di Program Studi Pendidikan Kimia FMIPA UNJ
3. 1987 – Sekarang: Dosen Program Pascasarjana, Universitas Negeri Malang.
4. 1980 – Sekarang: Dosen FKIE IKIP Malang, FMIPA Universitas Negeri Malang.

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S3 : Pendidikan doktoral di Universitas Negeri Jakarta (2015)
2. S2 : Magister dalam bidang Ilmu Kimia dari Institut Teknologi Bandung (2001).
3. S1 : Pendidikan Kimia, IKIP Jakarta, UNJ (1991).

Nama Lengkap : Drs. I Made Padri, M.Pd
Telp. Kantor/HP : 022.2004548/ 081573031444
E-mail : made_padri@yahoo.co.id
Alamat Kantor : Jln. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung
Bidang Keahlian: Pendidikan IPA (Fisika)

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir:

1. 1977 – 2015: Dosen di Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA IKIP Bandung (UPI)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S2: Fakultas Pasca Sarjana/Program Studi IPA/IKIP Bandung (tahun masuk 1987–1990)
2. S1: Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/jurusan Pendidikan Fisika/IKIP Bandung (1974 – 1977)
3. Sarjana Muda: Fakultas Keguruan/Jurusan Pendidikan Fisika/IKIP Singaraja (1970–1973)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Penelaah Bahan/Materi "Peningkatan kompetensi Tenaga Laboratorium Fisika, Kimia dan Biologi" Dirjen PMPTK Kementrian Pendidikan Nasional pada tahun 2010
2. Penelaah Modul IPA dalam kegiatan "Harmonisasi Modul IPA" PPPPTK IPA pada tahun 2011

Nama Lengkap : Dr. Dadan Rosana, M.Si.
Telp. Kantor/HP : 0274586168/ 081392859303
E-mail : danrosana@uny.ac.id
Akun Facebook : danrosana
Alamat Kantor : FMIPA UNY Karangmalang Yogyakarta
Bidang Keahlian: Pengukuran dan Evaluasi Pendidikan Sains

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir:

1. 2003– 2016: Dosen FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S3: Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Yogyakarta/ Pengukuran dan Evaluasi Pendidikan (2008)
2. S2: Program Magister Institut Teknologi Bandung/ Fisika Material (1997)
3. S1: FMIPA IKIP Bandung/ Jurusan Pendidikan Fisika (1992)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Evaluasi Pembelajaran Sains
2. Biofisika (Universitas Terbuka)
3. Evaluasi Pembelajaran Fisika (Universitas Terbuka)
4. IPA dan Pembelajarannya

Nama Lengkap : Dr. rer. nat. Ahmad Mudzakir, M.Si.
Telp. Kantor/HP : 022-2000579/ 085221068479
E-mail : mudzakir.kimia@upi.edu
Akun Facebook : Ahmad Mudzakir
Alamat Kantor : Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI Jl. Dr. Setiabudi 229 Bandung
Bidang Keahlian: Kimia

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir:

1. 2010 – 2016: Dosen pada Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S3: Faculty of Process and System Engineering/Department of Inorganic Chemistry/Otto-von-Guericke University of Magdeburg Germany (1998-2004)
2. S2: FMIPA/Kimia/S2 Kimia/Universitas Gajah Mada Jogyakarta (1994-1997)
3. S1: FPMIPA/Pendidikan Kimia/Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan, IKIP Bandung (sekarang UPI Bandung) (1985-2000)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. 2008, Kimia Anorganik 2 (PEKI-4309): Modul Universitas Terbuka, Penerbit UT
2. 2012, Pembelajaran Kimia Sekolah: Modul Universitas Terbuka, Penerbit UT
3. 2013, Karakterisasi Material: Prinsip dan Aplikasi dalam Penelitian Kimia, UPI Press
4. 2015, Modul Diklat Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) Guru Kimia Bidang Agribisnis dan Agroteknologi Grade 1-3, Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. 2008 dan 2009, Membelajarkan Konsep Sains dari Perspektif Sosial untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa SMP (Studi Pengembangan Model Pembelajaran, "Teaching Materials", dan Alat Ukur Penilaian)
2. 2009, Pengembangan Material Kristal Cair Ionik Berbasis Garam Benzotriazolium sebagai Elektrolit Redoks pada Sel Surya Tersensitisasi Zat Warna
3. 2009 dan 2010, Mengungkap Karakter Fisikokimia dan Kinerja Fotovoltaik Garam Fatty Imidazolinium sebagai Fungsi Struktur Kation dan Anion (Studi Eksplorasi Kristal Cair Ionik Baru Berbasis Minyak Nabati sebagai Elektrolit Redoks pada Sel Surya Tersensitisasi Zat Warna)
4. 2010 dan 2011, Pengembangan Cairan Ionik Berbasis Minyak Sawit sebagai Pemodifikasi Organik Suhu Tinggi pada Pemrosesan Nanokomposit Polimer-Silikat
5. 2011 dan 2012, Meningkatkan Relevansi Pembelajaran Sains Melalui Pembelajaran Berbasis Literasi Sains dan Teknologi (Studi Pengembangan Model Pembelajaran, Teaching Materials, dan Alat Ukur Penilaian)
6. 2014, 2015 dan 2016, Kinerja Fotovoltaik Garam Fatty Imidazolinium sebagai Elektrolit Redoks pada Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)
7. 2015 dan 2016, Modernisasi Konten Pembelajaran Kimia Sekolah Menggunakan Konteks Teknologi Berbasis Material Cairan Ionik untuk Membangun Literasi Kimia Siswa.

Nama Lengkap : Dr. Ana Ratna Wulan, M.Pd.
Telp. Kantor/HP : 022 2013163
E-mail : ana_ratna_upi@yahoo.com
Alamat Kantor : Jln. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung
Bidang Keahlian: Asesmen Pembelajaran IPA/ Biologi

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir:

1. Dosen Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S3 : Universitas Pendidikan Indonesia, Pendidikan IPA, 2004-2007
2. S2 : Universitas Pendidikan Indonesia, Pendidikan IPA, 2001-2003
3. S1 : IKIP Bandung, Pendidikan Biologi, 1993-1998

Judul Buku yang pernah ditelaah :

1. 2015-2016, Buku teks IPA kelas VII, Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Jakarta
2. 2015-2016, Buku teks IPA kelas VIII, Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Jakarta
3. 2015-2016, Buku teks IPA kelas IX, Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Jakarta
4. 2015-2016, Buku teks IPA kelas VII, Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Jakarta
5. 2013, Buku teks Tematik Sekolah Dasar, Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Jakarta
6. 2013, Buku teks IPA SMP kelas VII, Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Jakarta

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. 2015, Studi Validasi Standar Kompetensi Pendidik dalam Penilaian. Penelitian Tahun Keempat. Pusat Penilaian Pendidikan, Balitbang, Kemdikbud.
2. 2014, Studi Pengembangan Standar Kompetensi Pendidik dalam Penilaian. Penelitian Tahun Ketiga. Pusat Penilaian Pendidikan, Balitbang, Kemdikbud.
3. 2013, Studi Penilaian Hasil Belajar (Classroom assessment) Tenaga Pendidik SD, SMP, SMA. Penelitian Tahun Kedua. Pusat Penilaian Pendidikan, Balitbang, Kemdikbud.
4. 2013, Model-Model Pembelajaran Biologi Berbasis Praktikum Virtual dan Asesmennya untuk Membangun Karakter Bangsa Pebelajar. Hibah Pascasarjana Tahun Kedua. Direktorat Pendidikan Tinggi (Dikti).
5. 2013, Rancang Bangun Standar Pelaksanaan Ujian Praktek Matapelajaran Fisika untuk Siswa SMA di Indonesia. Penelitian Hibah Bersaing Tahun Ketiga, Direktorat Pendidikan Tinggi (Dikti).
6. 2012, Rancang Bangun Standar Pelaksanaan Ujian Praktek Matapelajaran Fisika untuk Siswa SMA di Indonesia. Penelitian Hibah Bersaing tahun kedua, Direktorat Pendidikan Tinggi`(Dikti).
7. 2012, Pemetaan dan Pengembangan Mutu Pendidikan (PPMP): Analisis Peta Kompetensi Hasil Ujian Nasional dan Model Pengembangan Mutu Pendidikan SMA di Jawa Barat. Direktorat Pendidikan Tinggi (Dikti).
8. 2012 Model-model Pembelajaran Biologi Berbasis Praktikum Virtual dan Asesmennya untuk Membangun Karakter Bangsa Pebelajar. Hibah Pascasarjana Tahun Pertama. Direktorat Pendidikan Tinggi (Dikti).
9. 2012 Studi Penilaian Hasil Belajar (Classroom assessment) Tenaga Pendidik SD, SMP, SMA; Penelitian Tahun Pertama, Pusat Penilaian Pendidikan, Balitbang, Kemdikbud

Profil Editor

Nama Lengkap : Dra. Samsunisa Lestiyaningsih, M.Si
Telp Kantor/HP : (021)-3804248/08161954001
E-mail : nisabening633@gmail.com
Alamat Kantor : Jalan Gunung Sahari Raya No.4, Jakarta
Bidang Keahlian: Copy Editor

Riwayat pekerjaan/profesi dalam 10 tahun terakhir:

1. 1985 – 1987 : Staf Proyek Buku Terpadu.
2. 1987 – 2010 : Pembantu Pimpinan pada Pusat Perbukuan.
3. 2010 – Sekarang : Tenaga Fungsional Umum pada Pusat Kurikulum dan Perbukuan.

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S2 : FISIP/Manajemen Komunikasi/Komunikasi/Universitas Indonesia, Jakarta (1999 –2003)
2. S1 : FPMIPA/Fisika/MIPA/IKIP Yogyakarta (1979 – 1985)

Judul Buku yang Pernah Diedit (10 Tahun Terakhir)

1. Buku Teks Pelajaran Pendidikan Agama Islam Kelas X (Buku Siswa)
2. Buku Teks Pelajaran dan Buku Guru Matematika Kelas X
3. Buku Teks Pelajaran dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VII Semester 1 dan 2
4. Buku Teks Pelajaran dan Buku Guru Matematika Kelas XII

lk

HIDUP MENJADI
LEBIH INDAH
TANPA NARKOBA.